



Mestrado em Agro-Pecuária
Relatório de Estágio Profissionalizante

**Biologia e dinâmica populacional do percevejo-do-bronzeamento,
*Thaumastocoris peregrinus***

Adriana Vidal Vieira

Orientado por:

Professora Doutora Teresa Maria Pinto Coelho Amado Vasconcelos
IPC – Escola Superior Agrária de Coimbra

Doutora Catarina Isabel Antunes Gonçalves
RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e Papel

Coimbra
2016



Mestrado em Agro-Pecuária
Relatório de Estágio Profissionalizante

Biologia e dinâmica populacional do percevejo-do-bronzeamento,
Thaumastocoris peregrinus

Adriana Vidal Vieira

Orientado por:

Professora Doutora Teresa Maria Pinto Coelho Amado Vasconcelos
IPC – Escola Superior Agrária de Coimbra

Doutora Catarina Isabel Antunes Gonçalves
RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e Papel

Relatório de estágio profissionalizante
apresentado à Escola Superior Agrária de Coimbra
para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção
do grau de mestre em Agro-Pecuária.

Coimbra
2016

AGRADECIMENTOS

Ao meu filho, ao meu marido, aos meus pais, aos meus avós...

...a todos, agradeço o incentivo recebido e a compreensão pela falta do meu tempo disponível e por algumas ausências, mas citando Simone de Beauvoir “ Todas as vitórias ocultam uma abdicação”.

À minha orientadora, Doutora Teresa Vasconcelos, por todo o apoio, pelo interesse e disponibilidade em colaborar e por toda a ajuda que se revelou particularmente importante para este trabalho.

À minha orientadora, Doutora Catarina Gonçalves, por toda o apoio e dedicação, pela disponibilidade e alegria com que partilha o seu conhecimento e experiência. Pelo esforço pessoal, amizade e incentivo ao longo do desenvolvimento deste estudo.

Ao Doutor Carlos Valente, pela disponibilidade que demonstrou desde logo a apoiar-me neste desafio, por me ter proporcionado as condições necessárias e por todo o interesse que foi demonstrando ao longo deste trabalho.

A todos os meus colegas, que foram incansáveis. Pela ajuda, pelas palavras de incentivo, pela contribuição para que esta dissertação fosse realizada. Luís, Catarina, Paula, Inês e Cláudia a todos deixo aqui o meu agradecimento.

Um agradecimento especial à Micaela Soares, por todas as palavras de incentivo nos momentos de desânimo e pela prontidão com que sempre se disponibilizou para me ajudar.

Ao grupo *The Navigator Company* e ao RAIZ, pela oportunidade, pela prontidão com que aceitaram este projeto e pela ajuda para a realização desta dissertação.

A todos os docentes da ESAC e da minha vida académica anterior que contribuíram para o meu percurso e desenvolvimento académico.

RESUMO

O percevejo-do-bronzeamento, *Thaumastocoris peregrinus*, é uma praga do eucalipto recente em Portugal, com impacto reconhecido a nível mundial, mas ainda insuficientemente conhecida. Este trabalho teve como objetivo o estudo de alguns aspetos da biologia e ecologia de *T. peregrinus*, no sentido de melhorar o conhecimento sobre a espécie.

Neste contexto realizou-se um estudo que consistiu em três partes: criação de *T. peregrinus* em laboratório; ensaio laboratorial de preferência (alimentação e oviposição) por três hospedeiros (*Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis* e híbrido *E. grandis* x *E. viminalis*); e monitorização da dinâmica populacional de *T. peregrinus* em campo relacionando-a com variáveis climáticas (temperatura, humidade relativa e precipitação).

Foi otimizado um método de criação do percevejo que permitiu estabelecer populações laboratoriais estáveis.

Os insetos aceitaram alimentar-se dos três materiais genéticos testados em ensaio mas houve diferenças quanto à oviposição, sendo *E. camaldulensis* a espécie preferida e *E. globulus* a espécie onde colocaram menos ovos.

O percevejo foi monitorizado em campo com armadilhas cromotrópicas amarelas tendo-se verificado que o pico populacional da praga ocorreu no período mais quente e seco do ano. Confirmou-se ainda que *E. globulus* não deverá ser um hospedeiro preferencial em campo à imagem do que se verificou em laboratório.

Palavras-chave: *Thaumastocoris peregrinus*, eucalipto, dinâmica populacional, preferência pelo hospedeiro, criação em laboratório

ABSTRACT

The bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* is a eucalypt pest recently found in Portugal, worldwide acknowledged impact but insufficiently known. The present work aims to study aspects of the bronze bug's biology and ecology, in order to improve knowledge on the species.

In this context, a three part study was performed consisting of: laboratory rearing of *T. peregrinus*; laboratory trials on preference (feeding and oviposition) for three hosts (*Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis* and *E. grandis* x *E. viminalis* hybrid); and field monitoring of the bronze bug's population dynamics, which was linked with climate variables (temperature, relative humidity, and rainfall).

A rearing method for the bronze bug was optimized which allowed for the establishment of stable laboratory populations.

The insects accepted to feed on the three genetic materials tested in laboratory trials, but differences were found regarding oviposition. *Eucalyptus camaldulensis* was the preferred species for oviposition whereas the least eggs were laid on *E. globulus*.

Yellow sticky traps were used to monitor field populations of *T. peregrinus* and its population peak was found to occur during the warmest and driest period. Similarly to what was found through laboratory trials, *E. globulus* was not a preferred host under field conditions.

Keywords: *Thaumastocoris peregrinus*, eucalypt, population dynamics, host preference, laboratory rearing

ÍNDICE

PARTE I

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Eucalipto	1
1.2 Percevejo-do-bronzeamento, <i>Thaumastocoris peregrinus</i>	6
1.2.1 Taxonomia, morfologia e biologia	6
1.2.2 Distribuição geográfica	9
1.2.3 Hospedeiros	12
1.2.4 Estragos provocados no eucalipto	12
1.2.5 Meios de luta	14
1.2.5.1 Luta biológica	14
1.2.5.2 Luta química	16
1.2.5.3 Resistência genética	16
1.3 Enquadramento	17

PARTE II

2. CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DE <i>T. peregrinus</i> EM LABORATÓRIO	19
2.1 Procedimento da criação	20
2.1.1 Colheita de insetos em campo	20
2.1.2 Processamento do material de campo infestado com percevejo	21
2.1.3 Colheita de ramos em campo	21
2.1.4 Preparação dos Erlenmeyer com bouquets de ramos frescos	22
2.1.5 Criação dos percevejos	22
2.1.5.1 Fase 1 – Ninfas pequenas (1º e 2º instar)	23
2.1.5.2 Fase 2 - Ninfas grandes (3º, 4º e 5º instar)	23
2.1.5.3 Fase 3 – Adultos	24
2.1.5.4 Fase 4 – Ovos	25
2.1.6 Eliminação e higienização do material	26
2.1.7 Medidas para prevenir a fuga de insetos	26
2.2 Resultados e Discussão	27

PARTE III

3. PREFERÊNCIA DE <i>T. peregrinus</i> POR TRÊS MATERIAS GENÉTICAS DE EUCALIPTO	29
3.1 Material e Métodos	29
3.1.1 Tratamento estatístico	31
3.2 Resultados	32
3.3 Discussão	36

PARTE IV

4. DINÂMICA POPULACIONAL DE <i>T. peregrinus</i> EM CAMPO	39
4.1 Material e Métodos	39
4.1.1 Tratamento estatístico	41
4.2 Resultados	41
4.3 Discussão	45

PARTE V

CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Materiais genéticos e respetivas procedências de <i>Eucalyptus</i> utilizados no trabalho experimental	30
Tabela 2. Caracterização das parcelas onde foi avaliada a dinâmica populacional de <i>T. peregrinus</i>	39
Tabela 3. Contagem do número de <i>T. peregrinus</i> capturados em armadilhas cromotrópicas, na monitorização em campo, nas parcelas P1, P2 e P3, entre 15-06-2016 e 14-11-2016	42
Tabela 4. Resultados do teste Wilcoxon para comparação do número de percevejos capturados nas armadilhas cromotrópicas nos três materiais genéticos.	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolução da área ocupada com eucalipto em Portugal, entre 1928 e 2010	3
Figura 2. Introduções cumulativas de pragas do eucalipto fora do seu habitat nativo, a nível mundial	5
Figura 3. Introduções cumulativas de pragas do eucalipto em Portugal	5
Figura 4. Eclosão de <i>T. peregrinus</i>	7
Figura 5. Estádios de desenvolvimento de <i>T. peregrinus</i>	7
Figura 6. Ciclo de vida de <i>T. peregrinus</i>	8
Figura 7. Dimorfismo sexual e morfologia dos adultos de <i>T. peregrinus</i>	9
Figura 8. Mapa de distribuição mundial da família Thaumastocoridae	10
Figura 9. Mapa de distribuição mundial de <i>Thaumastocoris peregrinus</i>	11
Figura 10. Dispersão de <i>Thaumastocoris peregrinus</i> em Portugal, entre 2012 e 2016	12
Figura 11. Sintomas da presença de <i>T. peregrinus</i>	13

Figura 12. Evolução dos sintomas provocados por <i>T. peregrinus</i> em folhas de <i>E. globulus</i>	13
Figura 13. Fêmea de <i>Cleruchoides noackae</i> , parasitóide de ovos do percevejo-do-bronzeamento.....	15
Figura 14. Localização do povoamento onde foi realizada a colheita de <i>T. peregrinus</i>	19
Figura 15. Criação de <i>T. peregrinus</i> em gaiola (Fase 3) com bouquets infestados e tiras de papel absorvente para oviposição.....	24
Figura 16. Criação de <i>T. peregrinus</i> A - Adultos Fase 3; B – Emergência de adulto; C – Ovos obtidos nas folhas e em tiras de papel; D – pormenor dos ovos obtidos nas folhas.....	25
Figura 17. Ensaio de suscetibilidade ao ataque de <i>T. peregrinus</i> . A-E. <i>grandis</i> x E.viminalis B-E. <i>camaldulensis</i> C-E. <i>globulus</i>	30
Figura 18. Ensaio em câmara fitoclima walk-in.....	31
Figura 19. Área foliar picada (média \pm erro padrão) por <i>T. peregrinus</i> (10 fêmeas e 10 machos por bouquet) nos três materiais genéticos de eucalipto testados.....	33
Figura 20. Número total de ovos (média \pm erro padrão) colocados por 10 fêmeas de <i>T. peregrinus</i> nos três materiais genéticos de eucalipto testados.....	34
Figura 21. Correlação entre número de ovos na folha e número de ovos no caule no conjunto dos três materiais genéticos.....	34
Figura 22. Percentagem de Ovos na folha vs Percentagem de ovos no caule.....	35
Figura 23. Correlação entre total de ovos (folhas + caule) e percentagem da área foliar picada no conjunto dos três materiais genéticos.....	36
Figura 24. Armadilha cromotrópica colocada no ensaio (P3).....	40
Figura 25. Flutuação populacional de <i>T. peregrinus</i> capturados nas armadilhas cromotrópicas nas 3 parcelas e avaliadas.....	43
Figura 26. Flutuação populacional de <i>T. peregrinus</i> , com as variáveis meteorológicas desde janeiro até à data da última recolha de armadilhas.....	44

PARTE I

1. INTRODUÇÃO

1.1 Eucalipto

O género *Eucalyptus*

Os eucaliptos são plantas angiospérmicas e eudicotiledóneas pertencentes à família Myrtaceae. A maioria das espécies pertence ao género *Eucalyptus* L'Hér., embora as espécies de outros géneros, como *Corymbia* K.D.Hill & L.A.S.Johnson e *Angophora* Cav., sejam também designadas como eucaliptos, em sentido lato (Parra-O. et al. 2006). A origem geográfica dos eucaliptos está restrita ao hemisfério Sul, nomeadamente à Austrália, Indonésia, Filipinas, Nova Guiné e Timor Leste (Doughty 2000; Paine et al. 2011).

Atualmente, são conhecidas mais de 700 espécies de eucaliptos (Brooker 2000), no entanto, 90% da área plantada a nível mundial inclui apenas nove espécies e seus híbridos interespecíficos (Harwood 2015).

Os eucaliptos foram inicialmente introduzidos na Europa no século XVIII como curiosidades botânicas, mas rapidamente se percebeu o seu potencial (Turnbull 1999). Os eucaliptos apresentam várias características favoráveis, como elevadas taxas de crescimento, ampla adaptabilidade a diferentes tipos de solos e clima, possibilidade de condução em talhadia, características da sua madeira e baixo caráter invasor (Coppin 2002). A plantação de eucaliptos em larga escala para fins industriais intensificou-se a partir da década de 1970 (Turnbull 1999). Em 2008, estimava-se uma área plantada com eucalipto a nível mundial na ordem dos 20 milhões de hectares, sendo que mais

de metade dessa área se concentrava na Índia, no Brasil e na China (Iglesias-Trabado & Wistermann 2008).

Os eucaliptos podem ser cultivados para vários fins, dos quais se destaca a produção de pasta e papel pelo elevado valor acrescentado destes produtos, mas também para produção de lenha e carvão, madeira para serração, extração de óleos essenciais, mel, biomassa ou como plantas ornamentais (FAO 1979; Turnbull 1999; Coppen 2002; Henry 2015).

***Eucalyptus globulus* Labill.**

A espécie *Eucalyptus globulus* Labill. é uma das mais utilizadas a nível mundial (Doughty 2000). Originária da Tasmânia, esta espécie foi descoberta em 1792 por exploradores franceses, sendo a primeira a ser cultivada fora da Austrália (Doughty 2000). Atualmente, estima-se que a área plantada com *E. globulus* seja de cerca de 3 milhões de hectares, sobretudo na Austrália, Argentina, China, Chile, Etiópia, Portugal e Espanha (Harwood 2015).

Inicialmente, a dispersão de *E. globulus* foi fomentada por se acreditar que reduzia a ocorrência de doenças como a malária, ao secar zonas pantanosas e devido às substâncias voláteis emitidas pelas suas folhas (Doughty 2000). No entanto, as plantações industriais no final do século XX, instaladas para suprir as necessidades dos mercados da pasta e papel, levaram à rápida expansão da espécie (Potts et al. 2004). A espécie *E. globulus* destaca-se para a produção de pasta e papel pelo seu rápido crescimento, boa adaptação às regiões temperadas, adequada conformação das árvores e propriedades da sua madeira, designadamente densidade, geometria e química das suas fibras, rendimento em pasta e potencial papeleiro (Evtuguin et al 2001; Potts et al. 2004; Wimmer et al. 2008; Pirralho et al. 2014).

O eucalipto em Portugal

Em Portugal, pensa-se que os primeiros eucaliptos foram plantados em 1829, em Vila Nova de Gaia (FAO 1979). Inicialmente utilizado como planta ornamental e para fins medicinais ou domésticos, a primeira utilização comercial de *E. globulus* foi para travessas de caminhos-de-ferro, em 1870 (Pimentel 1884 in Alves et al. 2007).

Os estudos na produção de pasta a partir da madeira de eucalipto começaram na Austrália e em Portugal há mais de 100 anos (Doughty 2000). Em 1925, a empresa *The Caima Timber Estate and Wood Pulp Company Ltd.*, em Aveiro, que utilizava sobretudo madeira de pinheiro-bravo, iniciou a utilização de madeira de eucalipto para melhorar a qualidade da sua pasta (Gutiérrez-Poch 2012), ao mesmo tempo que cultivou plantações próprias desta espécie (Alves 2007). A utilização de madeira de eucalipto para produção de pasta pelo processo kraft pela Companhia Portuguesa da Celulose em Cacia, Aveiro (atualmente *The Navigator Company*), a partir de 1956, constituiu um marco para o sucesso mundial da indústria papeleira Portuguesa, lançando a grande expansão da indústria da celulose (Alves 2007; Gutiérrez-Poch 2012). Atualmente, o setor da pasta e papel constitui um dos mais importantes a nível nacional. Em 2015, o volume de vendas correspondeu a 1,5% do produto interno bruto e as exportações do setor representaram a 5% do total das exportações nacionais (CELPA 2015).

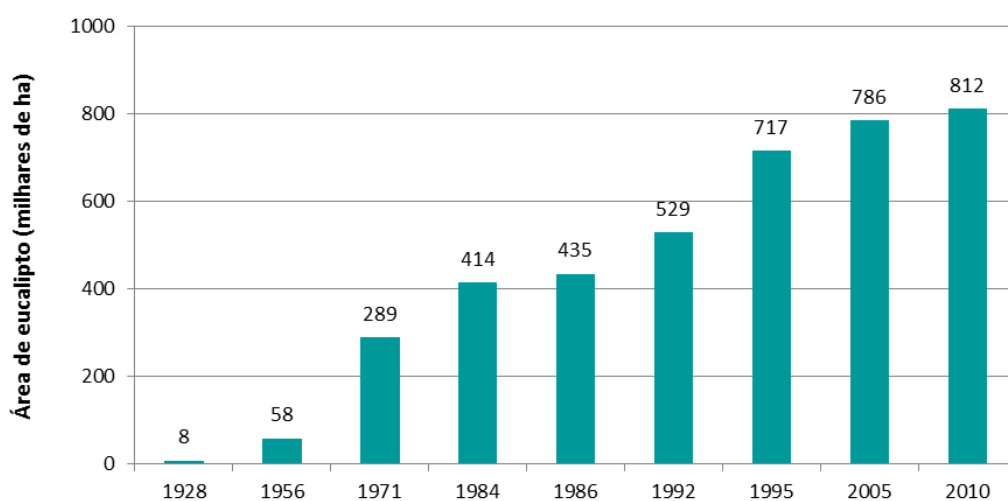


Figura 1. Evolução da área ocupada com eucalipto em Portugal, entre 1928 e 2010.

Adaptado de Louro et al. (2010) e ICNF (2013).

A grande expansão da área de eucalipto em Portugal ocorreu a partir de meados do século XX (Figura 1), acompanhando o crescimento da indústria da pasta e do papel (Alves 2007). Atualmente, o eucalipto (dominado pela espécie *E. globulus*) é a essência florestal com maior expressão em Portugal, ocupando cerca de 812 mil hectares, o que representa 26% da área florestal (ICNF 2013). Para o sucesso de *E. globulus* em Portugal contribuiu em grande medida a existência de condições edafoclimáticas favoráveis à espécie, em particular na faixa litoral Centro e Norte (Alves 2007).

Pragas dos eucaliptos

Uma das razões apontadas para o sucesso dos eucaliptos a nível mundial prende-se com o facto de serem espécies exóticas e, como tal, terem poucas pragas e doenças (Turnbull 1999; Wingfield et al. 2008, 2015). Embora agentes bióticos naturais das regiões onde os eucaliptos foram introduzidos possam atacá-los, os mais nocivos são habitualmente de origem Australiana, pois são específicos dos eucaliptos. Nos últimos anos, tem havido uma tendência crescente de entrada de pragas e doenças dos eucaliptos na sua distribuição não nativa, fomentada pelo movimento de bens e pessoas (Wingfield et al. 2008; Hurley et al. 2016). De facto, Hurley et al. (2016) listam 42 espécies de pragas dos eucaliptos introduzidas fora do seu habitat nativo desde 1870 (Figura 2), observando-se um acréscimo acentuado a partir de 1980.

Em Portugal, a primeira praga do eucalipto foi a psila *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell) (Hemiptera: Psyllidae), encontrada em 1971 (Azevedo & Figo 1979), mais de um século após a introdução de *E. globulus*. Desde então, 11 outras pragas foram detetadas (Figura 3), sendo *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae), o percevejo-do-bronzeamento, a mais recente.

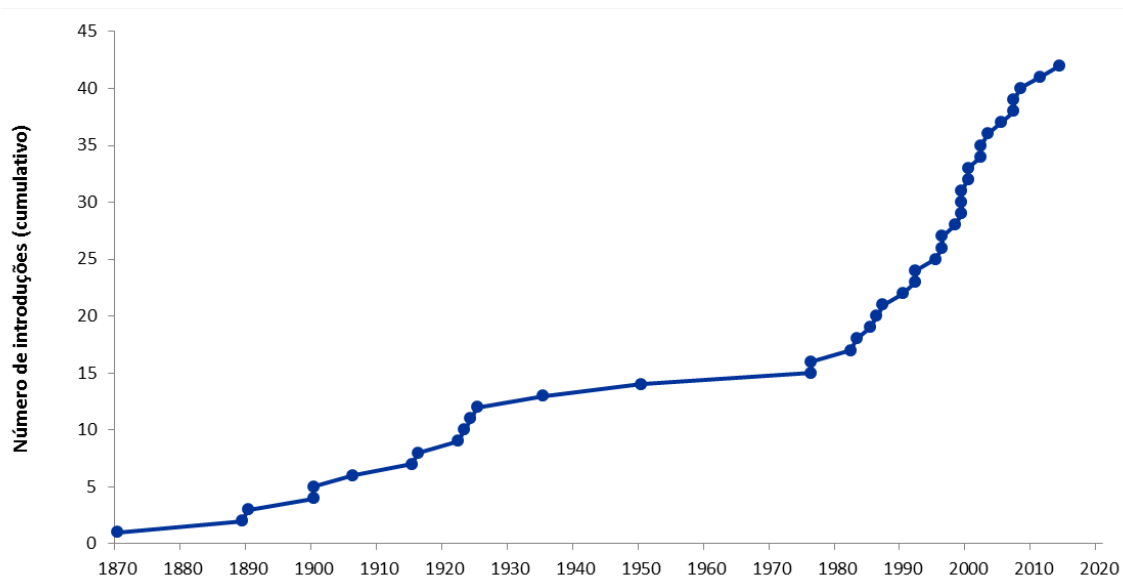


Figura 2. Introduções cumulativas de pragas do eucalipto fora do seu habitat nativo, a nível mundial. Adaptado de Hurley et al. (2016).

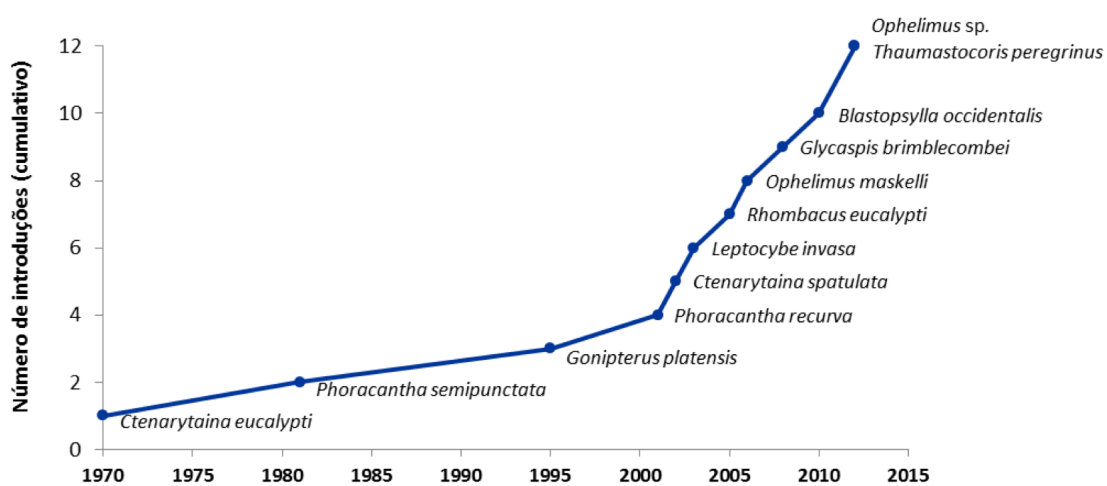


Figura 3. Introduções cumulativas de pragas do eucalipto em Portugal (Fonte: RAIZ).

1.2 Percevejo-do-bronzeamento, *Thaumastocoris peregrinus*

1.2.1 Taxonomia, morfologia e biologia

Thaumastocoris peregrinus é um inseto originário da Austrália, da Ordem Hemiptera, Família Thaumastocoridae, subfamília Thaumastocorinae e gênero *Thaumastocoris*, proposto por Kirkaldy (1908).

A descrição da espécie *T. peregrinus* foi feita por Carpinteiro & Dellapé (2006). Estes autores demonstraram que relatos sobre a ocorrência de *Thaumastocoris australicus* Kirkaldy (Hemiptera: Thaumastocoridae) em Sidney, Austrália em 1998 (Noack & Rose 2007), em Pretória, África do Sul em 2003 (Jacobs & Naser 2005) e na cidade de Moreno na Argentina, em 2005 (Noack & Coviella, 2006), se tratavam sim de *T. peregrinus*.

As duas espécies, *T. peregrinus* e *T. australicus*, são morfologicamente semelhantes e podem distinguir-se pelo pronoto, com a presença de um par de tubérculos anterolaterais os quais são ausentes em *T. australicus*, e pela cápsula genital masculina que, em vista ventral, se abre para o lado esquerdo e no sentido oposto para *T. australicus* (Carpinteiro & Dellapé, 2006).

Em termos de características morfológicas mais relevantes, os ovos são negros, achatados e possuem uma região central côncava. Apresentam um comprimento de aproximadamente 0,5mm e são geralmente depositados nas irregularidades ou na proximidade da nervura central das folhas, ramos e pecíolos, dispondo-se ora isolados, ora em agregados (*clusters*), levando ao aparecimento, nesses locais, de manchas enegrecidas que indiciam o ataque das árvores pelo inseto (Carpintero & Dellapé 2006; FAO 2012). Nas Figuras 4-A e 5-A é possível observar os ovos e *cluster* de *T. peregrinus*, respetivamente.

Após um período de cerca de seis dias, as ninfas eclodem dos ovos (Figura 4) e são também achatadas, com cor amarelada a acastanhada (Figura 4-C).

Durante o seu desenvolvimento, que dura cerca de 15 a 20 dias, passam por cinco instares, com coloração esbranquiçada logo após cada muda. As exúvias resultantes

permanecem frequentemente sobre as folhas, onde podem ser facilmente observadas (ICNF 2015).

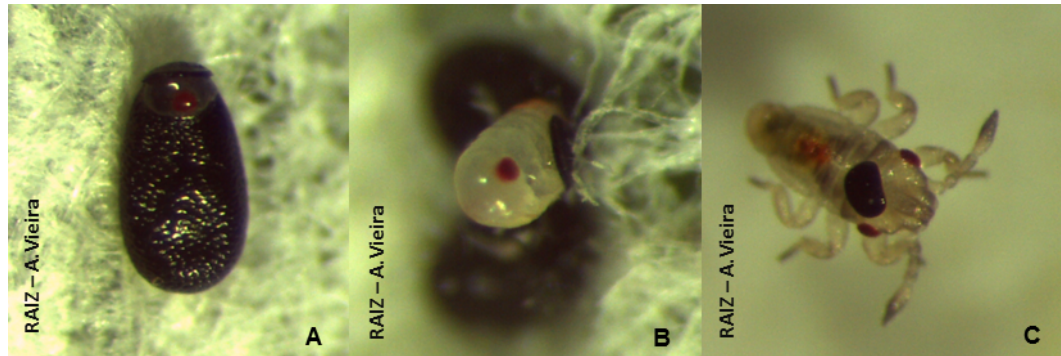


Figura 4. Ecloração de *T. peregrinus*. **A** – Ninfa em início de ecloração. **B** – Ninfa em ecloração parcial. **C** – Ninfa recém-eclodida.

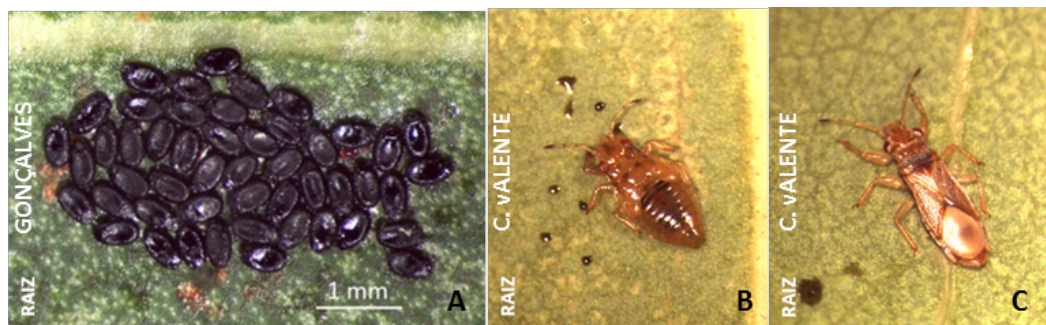


Figura 5. Estádios de desenvolvimento de *T. peregrinus*. **A** - Ovos e Clusters. **B** – Ninfa. **C** – Adulto.

Tanto as ninfas como os adultos dispõem de armaduras bucais especializadas que laceram as células na superfície das folhas e libertam saliva com enzimas digestivas após o que sugam o fluxo produzido (Backus 1988; González et al. 2012), induzindo perda de área fotossintética, seca e queda das folhas (Jacobs & Naser 2005).

O corpo dos adultos tem uma tonalidade castanha e é achatado, tendo cerca de 3mm de comprimento (Figura 5-C). Este inseto apresenta uma ágil locomoção favorecida pela presença de apêndices apicais nas tíbias que lhe permitem uma forte adesão às superfícies, mesmo às mais lisas (Jacobs & Naser 2005).

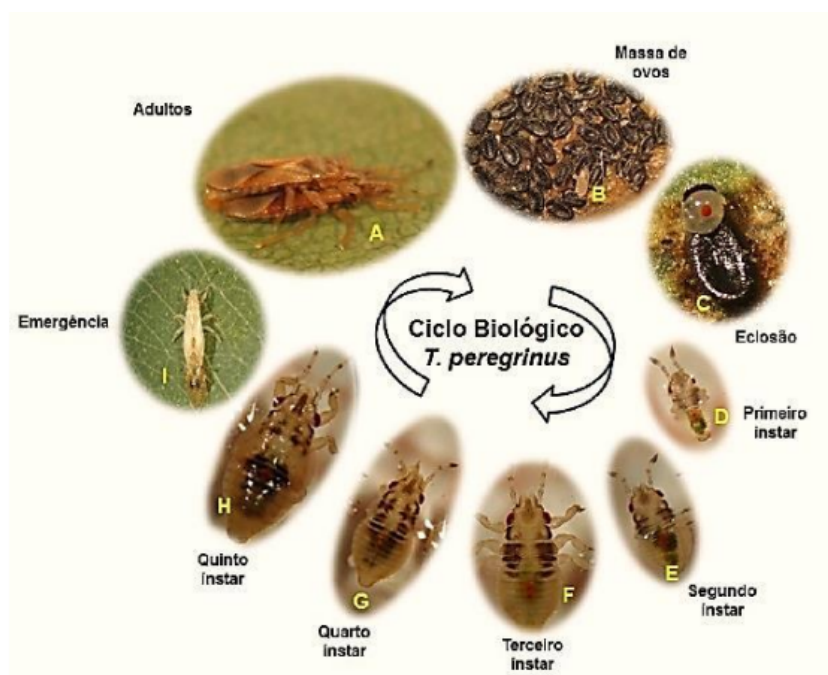


Figura 6. Ciclo de vida de *T. peregrinus*: A – Cópula; B – Ovos; C – Eclosão; D – Ninfas do 1º instar; E – Ninfas do 2º instar; F – Ninfas do 3º instar; G – Ninfas do 4º instar; H – Ninfas do 5º instar; I – Emergência do adulto (Fonte: E. Soliman¹).

Na Figura 6 está esquematizado o ciclo de vida do inseto, onde se podem observar os cinco instares do período ninfal. O ciclo de vida (ovo-adulto) dura aproximadamente 60 dias (Barbosa et al. 2012b). Devido à curta duração do ciclo de vida, verifica-se a sobreposição de gerações durante o ano, o que justifica as elevadas densidades de ninfas e adultos presentes nas folhas (Jacobs & Neser 2005; Noack & Rose 2007).

As fêmeas e os machos podem ser distinguidos através da observação ventral da parte final do abdômen, na qual os machos possuem uma cápsula genital que abre para a esquerda (vista ventral Figura 7-F). As fêmeas são, por norma, maiores que os machos e apresentam abdômen arredondado, distinto do dos machos, que é estreito. Em ambos, assim como nas ninfas, ejeta-se uma estrutura no final do abdômen, principalmente em situações de *stress*, podendo facilitar a sua aderência (Figura 7-D) (Soliman 2010).

¹ Fotos reproduzidas com autorização do autor.

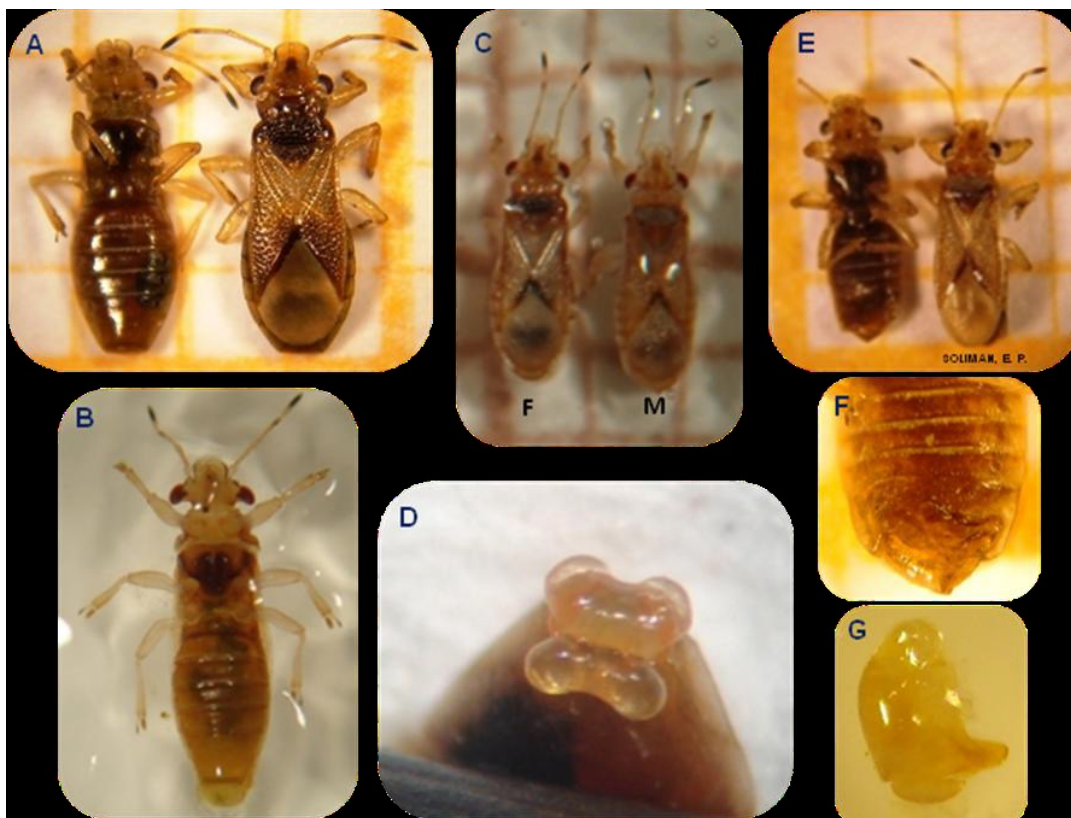


Figura 7. Dimorfismo sexual e morfologia dos adultos de *T. peregrinus*: A - fêmeas de *T. peregrinus* em vista ventral e dorsal; B – fêmea em vista ventral com pormenor da extremidade do abdômen; C- vista dorsal de fêmea e macho; D – pormenor da extremidade do abdômen da fêmea. E - machos de *T. peregrinus* em vista ventral e dorsal; F – vista ventral com pormenor da extremidade do abdômen do macho; G – cápsula genital do macho. (Fonte: E. Soliman²)

1.2.2 Distribuição geográfica

A família Thaumastocoridae tem uma distribuição particular, conhecida da Austrália, América do Sul (Argentina), América Central (Grandes Antilhas - Cuba, República Dominicana, Haiti, Porto Rico, Jamaica) e Índia (Drake & Slater 1957). Os mesmos autores consideram esta família um grupo relíquia, i.e. organismos que em tempos foram abundantes numa área abrangente, mas que atualmente ocorrem apenas em uma ou poucas pequenas áreas.

² Fotos reproduzidas com autorização do autor.

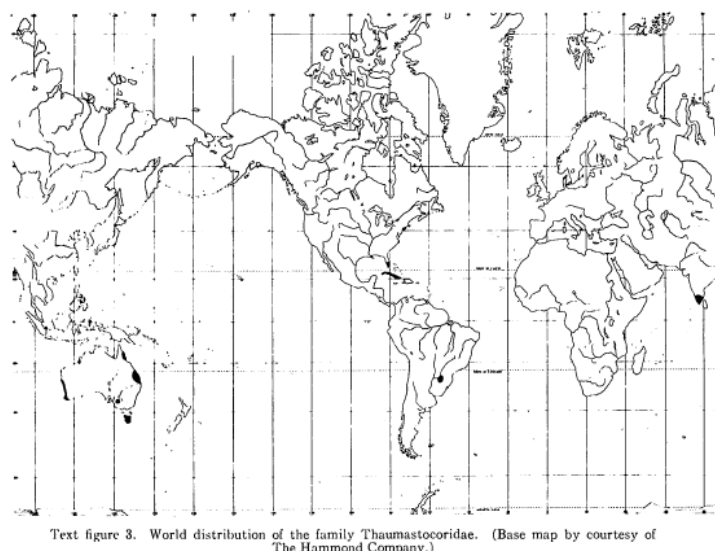


Figura 8. Mapa de distribuição mundial da família Thaumastocoridae (Fonte: Drake & Slater, 1957).

A primeira referência ao percevejo-do-bronzeamento enquanto praga ocorreu em Sidney, Austrália, cerca de 1998 (Noack & Rose 2007). A primeira deteção fora do seu habitat de origem foi reportada na África do Sul, em 2003, embora tendo sido, na altura, incorretamente identificado como *T. australicus* (Jacobs e Naser 2005). Foi encontrado na Argentina em 2005, onde foi reconhecido como *T. peregrinus* (Carpintero & Dellapé 2006) e, desde então, foi encontrado noutros países em África (Quênia, Maláui, Zimbabué, Uganda, Tanzânia e Moçambique), na América do Sul (Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai), na Oceania (Nova Zelândia), na Europa (Itália, Portugal e Espanha) e na Ásia (Israel) (Noack & Coviella 2006; Martínez & Bianchi 2010; Nadel et al. 2010; Wilcken et al. 2010; Ide et al. 2011; Laudonia & Sasso 2012; Sopow 2012; Díaz et al. 2013; Garcia et al. 2013; Vivas et al. 2015; CABI 2016; Novoselsky & Freidberg 2016). No mapa da Figura 9 pode observar-se a distribuição atual de *T. peregrinus* a nível mundial.

Em Portugal, a primeira deteção ocorreu em 2012, na Tapada da Ajuda, em Lisboa, em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. (Garcia et al. 2013). A expansão do percevejo-do-bronzeamento tem vindo a ser acompanhada pelo RAIZ e pelo Instituto Superior de Agronomia (dados não publicados). Entre 2012 e 2014 observou-se o rápido alargamento da distribuição do percevejo, tendencialmente para sul e para o interior, estando já presente no Algarve (Figura 10). Até final de 2014, o inseto foi encontrado

quase exclusivamente em eucaliptos de beira de estrada, que deverão ser maioritariamente *E. camaldulensis* e *Eucalyptus tereticornis* Sm.. É no entanto de referir a ocorrência em *E. globulus* em 2014, num povoamento comercial no concelho de Mértola, sem que ao inseto estivessem associados estragos relevantes.

Em 2015 começaram a ser encontrados níveis populacionais elevados de *T. peregrinus* em povoamentos comerciais de *E. globulus*, na região Centro, associados a descoloração nas copas, pelo que se tornou evidente o potencial destrutivo desta nova praga dos eucaliptais.

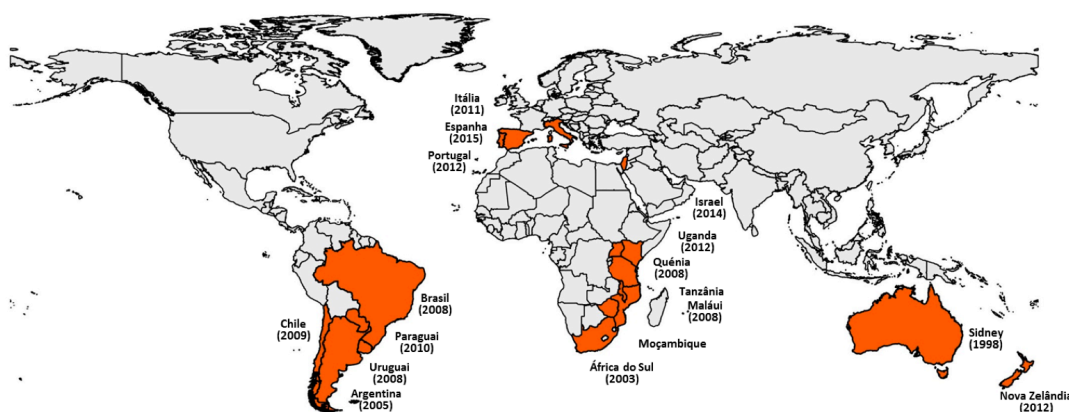


Figura 9. Mapa de distribuição mundial de *Thaumastocoris peregrinus*.

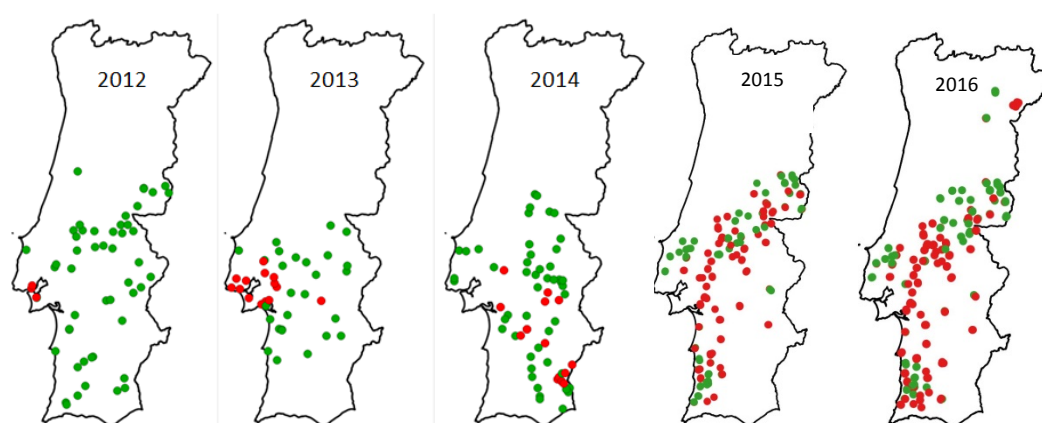


Figura 10. Dispersão de *Thaumastocoris peregrinus* em Portugal, entre 2012 e 2016.

(●: detetado; ●: não detetado). (Fonte: RAIZ e Instituto Superior de Agronomia).

1.2.3 Hospedeiros

Até ao momento, foram identificadas como hospedeiras 44 espécies de eucaliptos e 8 híbridos inter-específicos (Noack & Coviella 2006; Wilcken et al. 2010; Sopow 2012; Garcia et al. 2013; Saavedra et al. 2015). Num estudo realizado em Portugal, num arboreto de eucaliptos na Tapada da Ajuda, Garcia et al. (2013) identificam a presença do percevejo em 19 de 30 espécies de eucalipto (*Eucalyptus* spp. e *Corymbia* spp.) cinco meses após a deteção do inseto.

1.2.4 Estragos provocados no eucalipto

A presença do inseto, em caso de elevado ataque, pode causar uma perda considerável da área fotossintética das plantas, podendo levar à queda das folhas e, em situações extremas, à morte das árvores (Jacobs & Naser, 2005). Os sintomas associados ao ataque são, inicialmente o tom prateado das folhas que, com o tempo, passa a tons de castanho e vermelho que conferem às árvores o aspeto bronzeado (Figuras 11 e 12), característica que deu origem ao nome comum do inseto (Jacobs & Naser, 2005). Estes sintomas alteram nitidamente a coloração da copa das árvores, facilitando a sua identificação à distância



Figura 11. Sintomas da presença de *T. peregrinus*: posturas e folhas acinzentadas (à esquerda); folhas amarelecidas vs. folhas saudáveis (à direita) em *E. globulus*.



Figura 12. Evolução dos sintomas provocados por *T. peregrinus* em folhas de *E. globulus*.

Segundo Wilcken (2008), o potencial de dispersão natural de *T. peregrinus* ainda não está totalmente documentado, mas são vários os fatores, inerentes ao inseto ou exteriores a ele, que podem explicar a sua alargada expansão geográfica no mundo. A agilidade das ninfas e adultos nas folhas é uma vantagem para este inseto que, em caso de ameaça, se dispersa muito facilmente e coloniza novas áreas. Além disso, a livre circulação com fins comerciais de produtos florestais, derivados ou até de plantas contaminadas pelo inseto a longas distâncias por via aérea e marítima potenciam de forma muito significativa a sua expansão, pois consegue manter-se nos materiais transportados e viajar com eles, colonizando regiões às quais muito provavelmente não conseguiria chegar por dispersão natural. O turismo internacional é uma via fácil para a introdução de espécies exóticas, quer pelo transporte intencional de plantas, quer de forma accidental. De realçar que as dificuldades na fiscalização dos portos, aeroportos e outros pontos de entrada internacionais, aumentam bastante a probabilidade de passagem de materiais potencialmente infestados não sujeitos a inspeções periódicas nem a quaisquer medidas de higiene (FAO 2012; Garcia et al. 2013).

1.2.5 Meios de luta

O percevejo-do-bronzeamento, *T. peregrinus*, constitui atualmente uma das principais ameaças à cultura do eucalipto a nível mundial, pois pode comprometer seriamente o desenvolvimento das árvores.

O inseto é referido no Programa Operacional de Sanidade Florestal, coordenado pelo Instituto de Conservação da Natureza e Florestas e aprovado desde 2014, mas ainda sem informação sobre a classe de agressividade, uma vez que não se conhecia ainda o seu potencial para se tornar praga em Portugal.

O facto de o percevejo-do-bronzeamento ser uma praga relativamente recente, leva a que as opções de gestão estejam ainda a ser desenvolvidas (Nadel & Noack 2012; Mutitu et al. 2013).

1.2.5.1 Luta biológica

A luta biológica consiste na redução de populações de inimigos das culturas, através da ação de organismos antagonistas naturais, indígenas ou introduzidos, que atuam como parasitas, parasitóides e predadores das pragas, de modo a permitir a redução das densidades populacionais da praga para níveis economicamente toleráveis (Branco et al. 2014; ICNF 2013). Este meio de luta é habitualmente uma boa alternativa, uma vez que protege a biodiversidade, possui especificidade não causando desequilíbrio, não deixa resíduos, não afeta polinizadores, e tem, muitas vezes, o melhor custo/benefício (Barrera 2007).

A luta biológica clássica através da introdução do parasitóide de ovos australiano *Cleruchoides noackae* Lin & Huber (Hymenoptera: Mymaridae) constitui atualmente o principal foco de atenção a nível internacional (Wilcken et al 2010; Nadel & Noack 2012; Sopow 2012; Suma et al. 2014). Este parasitóide é referido a atacar ovos de *T. peregrinus* na Austrália desde 2001 (Lin et al. 2007).

Até ao momento, já foram realizadas introduções deste parasitóide a partir da Austrália no Chile, Brasil, África do Sul, Uruguai e Argentina (Mayorga et al., 2013; IPEF 2013a, 2013b; <http://bicep.net.au/>). As primeiras largadas de *C. noackae* em campo foram realizadas no Chile, em 2010 (Mayorga et al. 2014). De acordo com estes autores, entre 2012 e 2013, as monitorizações de campo evidenciavam taxas médias de parasitismo na ordem dos 34%. No Brasil, realizaram-se largadas a partir de 2012, com bastante sucesso. Segundo C. Wilcken (comunicação pessoal), as taxas de parasitismo em campo rondam os 50-60 % e há registos de redução da área afetada em 90% em apenas dois anos.



Figura 13. Fêmea de *Cleruchoides noackae*, parasitóide de ovos do percevejo-do-bronzeamento (foto gentilmente cedida por Samantha Bush, Forestry and Agricultural Biotechnology Institute, Universidade de Pretória).

Nos vários locais onde o percevejo se estabeleceu como praga invasora, observou-se predação por espécies nativas, em especial por crisopídeos e percevejos predadores (Soliman 2010; Souza et al. 2012; Santandino et al. 2013). Em Portugal, foram observados em campo vários predadores generalistas associados ao percevejo, como joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae), sirfídeos (Diptera: Syrphidae), crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) e antocorídeos (Hemiptera: Anthocoridae) (dados não publicados). Garcia et al. (2013) encontraram ainda o predador sul-americano *Hemerobius bolivari* Banks (Neuroptera: Hemerobiidae), na Tapada da Ajuda, em Lisboa, embora não haja registos de o predador se ter estabelecido noutras regiões.

A luta biológica com recurso a fungos entomopatogénicos é uma alternativa que está também a ser avaliada. Os agentes testados até ao momento incluem espécies como *Fusarium proliferatum* (Lazo 2012), *Zoophthora radicans* (Mascarin et al. 2012), *Beauveria bassiana* e *Isaria* sp. (Lorencetti 2013).

1.2.5.2 Luta química

A utilização de inseticidas para controlar *T. peregrinus* tem vindo a ser testada. Foram identificadas algumas substâncias ativas eficazes na redução das populações do percevejo, como os neonicotinóides imidaclopride e tiametoxame, os piretróides deltametrina e lambda-cialotrina ou o organofosforado acefato (Noack et al. 2009; Fontan et al. 2015; Machado et al. 2016).

Se por um lado a luta química pode ser eficaz em pequena escala, a sua utilização pode não ser economicamente viável como estratégia a longo prazo (Noack et al. 2009; Nadel & Noack 2010). As características biológicas do inseto, com gerações curtas e sobrepostas, a extensão das áreas geográficas sujeitas a tratamentos e os custos elevados que acarretariam levam a que o controlo químico não seja uma opção viável na maioria dos casos (Martínez & Bianchi 2010; Laudonia & Sasso 2012). Por outro lado, o uso de fitofármacos em plantações de eucalipto também se torna restritivo pelo impacto ambiental associado à sua aplicação em áreas extensas e por comprometer os processos de certificação florestal (Barbosa et al. 2012b).

1.2.5.3 Resistência genética

O percevejo-do-bronzeamento é uma praga polífaga, que se alimenta de uma vasta gama de hospedeiros. Até ao momento, 44 espécies e oito híbridos interespecíficos de eucaliptos dos géneros *Corymbia* e *Eucalyptus* foram identificados como hospedeiros

da praga (Noack & Coviella 2006; Nadel et al. 2010; Wilcken et al 2010, Noack et al 2011; Sopow 2012; Garcia et al 2013; Saavedra et al. 2015).

Apesar da vasta gama de hospedeiros e de não se encontrarem habitualmente padrões claros de resistência, Saavedra et al. (2015) observaram que duas espécies de eucaliptos, *Eucalyptus fastigata* H.Deane and Maiden e *E. regnans* F.Muell. não são adequadas para o desenvolvimento de *T. peregrinus*. Importa referir que estas duas espécies pertencem ao subgénero *Monocalyptus*, enquanto que a maioria das espécies usadas comercialmente pertencem ao subgénero *Symphyomyrtus*, pelo que a utilização de espécies resistentes poderá não ser viável em todas as situações

1.3 Enquadramento do trabalho

Considerando o potencial de destruição de *T. peregrinus* em eucaliptal, é fundamental conhecer a biologia e a ecologia desta praga, na tentativa de desenvolver e implementar métodos de combate, de forma a minimizar perdas económicas nos povoamentos florestais causadas pelos seus danos.

O estudo de alguns aspetos deste inseto, neste trabalho, prende-se com o facto de se tratar de uma praga muito recente em Portugal, pouco conhecida e pouco explorada até mesmo a nível internacional, havendo assim necessidade de estudos sobre a dinâmica populacional desse inseto-praga nas plantações nacionais de *Eucalyptus* spp..

Neste contexto, o presente estudo aborda três aspetos distintos:

- Criação e manutenção de *T. peregrinus* em laboratório (Parte II): apresenta-se o método de criação do percevejo em laboratório, adaptado a partir de metodologias usadas por outros autores. Pretende-se desenvolver um método de criação que permita a obtenção de insetos tendo em vista a realização de ensaios de bioecologia e a obtenção de ovos como hospedeiros para posterior criação do parasitóide oófago *C. noackae*;

- Preferência de *T. peregrinus* por três materiais genéticos de eucalipto (Parte III): pretendeu-se avaliar a aceitação para alimentação e oviposição por *T. peregrinus* em três hospedeiros distintos. Foram selecionadas três espécies: *E. camaldulensis* por ser uma das espécies preferidas pelo percevejo (e.g. Garcia et al. 2013); *E. globulus* pela sua importância para o setor florestal nacional e para a indústria da pasta e papel; e o híbrido interespecífico *Eucalyptus grandis* W.Hill x *E. viminalis* Labill. pela sua presença em povoamentos comerciais, em áreas afetadas pelo percevejo, e por se ter constatado que este material genético é atacado em campo;
- Dinâmica populacional de *T. peregrinus* em campo (Parte IV): foi acompanhada a dinâmica populacional do percevejo numa propriedade localizada numa região com ataque pela praga, através de armadilhas cromotrópicas em parcelas com três clones de eucalipto (dois *E. globulus* e um híbrido *E. grandis* x *E. viminalis*).

Os resultados obtidos auxiliarão em estudos de criação de inimigos naturais em laboratório e em informações práticas para a elaboração de estratégias de monitorização e controlo do inseto nas plantações de eucalipto.

PARTE II

2. CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DE *T. peregrinus* EM LABORATÓRIO

A criação de *Thaumastocoris peregrinus* foi realizada no Laboratório de Proteção do RAIZ em Eixo, Aveiro.

O método de criação de *T. peregrinus* iniciou no corrente ano, tendo como base um procedimento utilizado e cedido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Florestas (Barbosa et al 2016).

Os primeiros insetos, adultos e ninfas, foram capturados a 18-04-2016 em híbrido *E. grandis* x *E. viminalis* num povoamento comercial na localidade de Paires, Concelho da Chamusca, Distrito de Santarém (Figura 14).



Figura 14. Localização do povoamento onde foi realizada a colheita de *T. peregrinus*

A criação de *T. peregrinus* foi feita em bouquets de criação constituídos por 5 a 10 ramos de eucalipto com aproximadamente 8 pares de folhas. A base dos ramos foi envolvida por uma tira de espuma e acoplada em Erlenmeyer de 250 ml com água. À medida que os ramos secam, os insetos caminham incessantemente pelo bouquet. Nesta fase colocaram-se tiras de papel absorvente com aproximadamente 1,5 cm de largura por 15 cm de comprimento, distribuídas no ápice dos ramos para oviposição destes insetos no papel. Duas vezes por semana foram introduzidos bouquets novos e mantidos na criação ao lado dos bouquets infestados. À medida que os ramos secam, os insetos migram para os bouquets frescos. Esta metodologia é favorável para o desenvolvimento de todas as fases do inseto, pois permite a manutenção de populações de *T. peregrinus* em laboratório durante o ano todo. A criação foi mantida em câmara climatizada walk-in (FITOCLIMA 13000 EDTU) a 23 ± 2 °C, humidade relativa de 60% e fotoperíodo de 12 h.

2.1 Procedimento da criação

2.1.1 Colheita de insetos em campo

Os percevejos foram recolhidos em campo sempre que foi necessário, de modo a repor os níveis populacionais e renovar o fundo genético da criação laboratorial ou para a realização dos ensaios.

- Identificaram-se povoamentos infestados pelo percevejo;
- Fez-se a poda de ramos (entre 20 e 30 cm) e folhas infestados;
- Acondicionaram-se os ramos cuidadosamente em sacos plásticos amarrados;
- Colocaram-se os insetos em mala térmica de modo a evitar a perda de insetos;
- Transportaram-se até ao laboratório garantindo que a mala térmica permaneceu vedada.

2.1.2 Processamento do material de campo infestado com percevejo

- Prepararam-se bouquets frescos com 5 a 10 ramos, dependendo do número de folhas por ramo;
- Dentro de fitoclima *walk-in*, abriu-se a mala térmica cuidadosamente para evitar a fuga de insetos;
- Fez-se a colheita manual de insetos *T. peregrinus* para evitar a introdução de insetos nocivos, nomeadamente predadores. Utilizou-se um pincel humedecido com água para os apanhar e colocar nos bouquets frescos um a um.
- Todo o material foi eliminado ou higienizado conforme descrito adiante. Os bouquets velhos, mesmo com posturas recentes, foram eliminados e nunca colocados na criação laboratorial devido ao risco de introdução de insetos indesejáveis.

2.1.3 Colheita de ramos em campo

- Uma vez de 15 em 15 dias, foram recolhidos em campo ramos de eucalipto (*E. camaldulensis*, *E. globulus* e híbrido: *E. grandis* x *E. viminalis*) com cerca de 1m, garantindo que continham predominantemente folhas adultas maduras;
- Armazenaram-se os ramos em baldes com água fresca em câmara fria durante 15 dias no máximo;
- Substituiu-se a água e procedeu-se à lavagem dos baldes sempre que houve reposição dos ramos;
- Descartaram-se todos os ramos com folhas que tivessem perdido turgescência ou apresentassem lesões (frio, exposição solar, ataque por desfolhadores).

2.1.4 Preparação dos Erlenmeyer com bouquets de ramos frescos

- A partir dos ramos colhidos, prepararam-se ramos menores com cerca de 30cm, retirando as folhas tenras do ápice, velhas ou com doenças e as folhas da base, de modo a garantir que pelo menos 10cm do caule estivesse livres de folhas;
- Selecionaram-se 5 a 10 ramos para cada bouquet;
- Os bouquets foram mergulhados em água da torneira durante cerca de 10 minutos, após o que foram sacudidos para retirar o excesso de água;
- Para a preparação dos Erlenmeyer, enrolou-se cada bouquet com uma tira de espuma (20x3cm e 1cm de espessura) nos caules, imediatamente abaixo das folhas, e acoplou-se tubo de cristal (para reposição da água);
- Colocou-se o bouquet no Erlenmeyer previamente preenchido com água da torneira.

2.1.5 Criação dos percevejos

Após a fase inicial de estabelecimento da população laboratorial, foram mantidas separadamente as diferentes fases de desenvolvimento do percevejo, designadamente: ninfas pequenas (1º e 2º instares, Fase 1), ninfas grandes (3º e 4º instares, Fase 2), adultos (Fase 3) e ovos (Fase 4).

Os adultos foram mantidos dentro de caixa de acrílico de modo a evitar a fuga por voo. As ninfas foram mantidas em tabuleiros. Embora se faça a separação entre ninfas pequenas, ninfas grandes e adultos, é previsível que ocorra alguma mistura de várias fases nos bouquets, havendo no entanto um estágio/instar predominante.

- Na caixa/tabuleiro contendo bouquets infestados há 2-3 dias, foram colocados bouquets frescos, na proporção de 1:1. Os bouquets frescos foram encostados aos bouquets infestados, aos quais, nesta fase, foi retirada a água, de modo a

acelerar a seca das folhas e a transferência dos percevejos para os bouquets frescos;

- Passados 2-3 dias, foram removidos os bouquets velhos e eliminados conforme descrito em 2.1.6. Foi retirada a água dos bouquets infestados e colocados novos bouquets frescos. Este procedimento foi repetido.

2.1.5.1 Fase 1 – Ninfas pequenas (1º e 2º instar)

- Esta fase iniciou com a colocação das tiras contendo ovos prestes a emergir (obtidos na Fase 3) e de bouquets com ramos velhos contendo posturas (Fase 3 e 4) num tabuleiro, juntamente com bouquets frescos;
- Procedeu-se à substituição dos bouquets conforme descrito em 2.1.5, até que a maioria das ninfas se encontrasse no 3º ou 4º instar, após o que os bouquets infestados foram transferidos para os tabuleiros da Fase 2;
- Os bouquets velhos foram eliminados conforme descrito em 2.1.6.

2.1.5.2 Fase 2 - Ninfas grandes (3º, 4º e 5º instar)

- Esta fase teve início com os bouquets infestados provenientes da Fase 1, procedendo-se como descrito acima, em tabuleiro;
- A transferência da Fase 2 para a Fase 3 foi realizada quando se observaram os primeiros ovos nas folhas;
- Os bouquets velhos foram eliminados conforme descrito em 2.1.6.

2.1.5.3 Fase 3 - Adultos

- Esta fase iniciou com os bouquets infestados provenientes da Fase 2 assim que foram observados os primeiros ovos (indicação da presença de adultos);
- A criação foi efectuada em gaiola com elevada densidade de insetos por bouquet - proporção de bouquets novos para bouquets infestados inferior a 1:1 (Figura 15);
- Colocaram-se tiras de papel absorvente (20x2cm), com indicação da data, sobre os bouquets para oviposição (Figura 16-C);
- O papel absorvente foi substituído a cada 3-4 dias, e as tiras removidas e processadas conforme descrito na Fase 4 (2.1.5.4);
- A substituição dos bouquets e das tiras foi efectuada sucessivamente;
- Os bouquets velhos, uma vez que continham ovos, foram sendo transferidos para a Fase 4.



Figura 15. Criação de *T. peregrinus* em gaiola (Fase 3) com bouquets infestados e tiras de papel absorvente para oviposição



Figura 16. Criação de *T. peregrinus* A - Adultos Fase 3; B – Emergência de adulto; C – Ovos obtidos nas folhas e em tiras de papel; D – pormenor dos ovos obtidos nas folhas.

2.1.5.4 Fase 4 - Ovos

- As tiras com ovos provenientes da criação de adultos (Fase 3) foram acondicionadas em caixas de plástico durante, no máximo, 6 dias após a data da tira para incubação. Após este período, as tiras foram colocadas sobre bouquets frescos até eclosão das ninfas;
- Os bouquets velhos provenientes da Fase 3 foram mantidos em contacto com bouquets frescos durante, pelo menos 10 dias, de modo a garantir a transferência das ninfas do 1º instar;
- Todos os bouquets com tiras e todos os bouquets velhos com ovos foram mantidos permanentemente em contacto com pelo menos 1 bouquet fresco, substituído a cada 3-4 dias, para ocorrer a transferência das ninfas eclodidas;

- Após se observar que as ninfas se encontravam nos bouquets novos, estes eram transferidos para a Fase 1, recomeçando assim o ciclo da criação;
- Todo o material (bouquets e tiras) com mais de 10 dias no tabuleiro foi descartado, conforme descrito em 2.1.6.

2.1.6 Eliminação e higienização do material

Todo o material descartável, biológico ou não (bouquets secos, tiras de papel absorvente, folhas secas, sacos de plástico), foram colocados em sacos de plástico fechados dentro da fitoclima *walk-in* e mantidos durante, pelo menos 48h, em estufa a 60-70°C.

Todo o material não descartável utilizado na criação do percevejo (Erlenmeyers, espumas, tubos, malas térmicas) foi lavado e desinfetado com solução de hipoclorito de sódio (lixívia) entre utilizações.

2.1.7 Medidas para prevenir a fuga de insetos

Tendo em conta que o percevejo-do-bronzeamento não constitui atualmente praga em todas as regiões de Portugal, designadamente nas regiões norte e centro, onde se situam as instalações do RAIZ, foram sempre tomadas medidas no sentido de evitar a introdução acidental de insetos nas imediações do laboratório.

- A fitoclima onde foi realizada a criação foi mantida com a porta fechada tanto quanto possível;
- Foram colocadas armadilhas cromotrópicas dentro da fitoclima para captura de insetos que pudessem fugir das caixas de criação e/ ou dos bouquets. As

armadilhas foram substituídas sempre que necessário, i.e. quando ficaram pouco adesivas ou quando a área ocupada por insetos excedeu 50%;

- A roupa foi inspecionada, sempre que ocorreu saída de pessoas da fitoclima;
- O chão e as superfícies de trabalho (bancadas, estantes) foram limpos, pelo menos uma vez por semana, com solução de hipoclorito de sódio.

2.2 Resultados e Discussão

O percevejo é globalmente considerado difícil de criar em laboratório, ocorrendo elevada mortalidade sobretudo nas ninfas dos primeiros instares (Noack & Rose 2007; Saavedra et al. 2015). No entanto, Soliman (2010) obteve elevado sucesso ao utilizar como plantas hospedeiras *E. urophylla* e *E. grandis*. De forma semelhante, no presente estudo obteve-se sucesso ao utilizar como hospedeiro o híbrido *E. grandis* x *E. viminalis*.

Embora a espécie *E. camaldulensis* tenha sido a preferida para oviposição pelas fêmeas de *T. peregrinus* em ensaios de laboratório (ver Parte III), a dificuldade em obter ramos desta espécie levou a que, por uma questão de conveniência logística, o híbrido tenha sido selecionado para a criação em laboratório.

Assim, um dos aspetos chave para o sucesso da criação em laboratório de *T. peregrinus* parece ser a planta hospedeira utilizada.

Este método de criação mostrou-se adequado, pois permitiu com alguma facilidade a manutenção da população do inseto e a obtenção de ovos que servirão para posteriores ensaios e criação do parasitóide *C. noakae*.

PARTE III

3. PREFERÊNCIA DE *T. peregrinus* POR TRÊS MATERIAS GENÉTICAS DE EUCALIPTO

Com este ensaio pretendeu-se avaliar o comportamento de *T. peregrinus* em três espécies de *Eucalyptus* em testes de não escolha, ou seja, qual o comportamento do inseto relativamente à alimentação (percentagem de área foliar com picadas), quantidade de ovos postos e local preferido para as posturas, fazendo uma comparação entre as três espécies.

3.1 Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido utilizando casais obtidos na criação de *T. peregrinus* em laboratório diretamente do final da Fase 2, garantindo assim que eram casais jovens, recém-eclodidos das ninfas do 5º instar (podiam não ser virgens). Semanalmente, e com recurso a um pincel, foram colocados 10 casais em cada bouquet fresco do material genético de *Eucalyptus* a analisar (Tabela 1). Os casais recém-eclodidos foram transferidos diretamente da Fase 2 da criação para cada um dos bouquets, num total de sete repetições. Cada bouquet foi mantido durante sete dias em caixa acrílica (40 x 40 x 40 cm) e a água foi repostada sempre que necessário, de modo a que as folhas mantivessem a turgescência. As aberturas das caixas acrílicas, para manutenção, foram tapadas com tule preso com fita-cola a toda a volta, permitindo o arejamento e impedindo fugas (Figura 17).

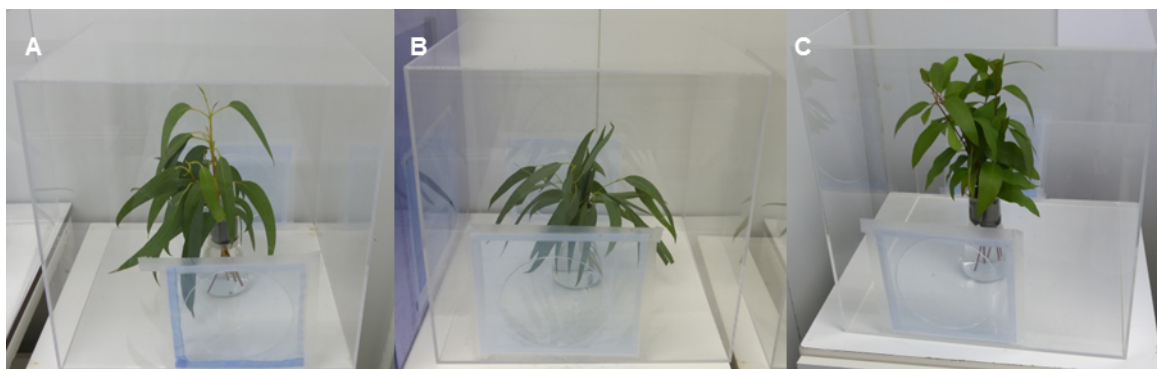


Figura 17. Ensaios de suscetibilidade ao ataque de *T. peregrinus*. A – *E. grandis* x *E. viminalis*
B – *E. camaldulensis* C – *E. globulus*. (FOTOS: RAIZ - A. Vieira)

Os diferentes materiais genéticos de eucalipto utilizados para a realização do ensaio (Tabela 1) foram provenientes de povoamentos comerciais. As folhas colhidas foram levadas para o laboratório e procedeu-se como descrito em 2.1.4.

Tabela 1. Materiais genéticos e respetivas procedências de *Eucalyptus* utilizados no trabalho experimental.

Material Genético	Procedência
<i>E. camaldulensis</i>	Quinta de S. Francisco, Eixo, Aveiro
<i>E. globulus</i>	Tondela Povoamentos comerciais da <i>The Navigator Company</i>
Híbrido <i>E. grandis</i> x <i>E. viminalis</i>	Tondela Povoamentos comerciais da <i>The Navigator Company</i>

A cada sete dias os bouquets foram substituídos e novos 30 casais (10 para cada material genético) repostos diretamente da Fase 2 da criação em laboratório.

Em cada substituição os casais retirados foram contados e repostos na criação (Fase 3).

Nos bouquets retirados foram analisadas todas as folhas e caules para contagem do número de posturas de ovos e percentagem de cada folha com picadas. A percentagem de picadas foi efetuada por observação visual e sempre pelo mesmo

operador, considerando 100% a área total das duas páginas da folha (superior e inferior).

A numeração das folhas foi efetuada de forma aleatória, de 1 a n, para registo do número de posturas e da percentagem de área com picadas.

O ensaio decorreu em câmara fitoclima *walk-in* (Figura 18) a 23 ± 2 °C, humidade relativa de 60% e fotoperíodo de 12 h.



Figura 18. Ensaio em câmara fitoclima *walk-in* para criação em massa de *T. peregrinus*
(Fotos: RAIZ – A. Vieira)

3.1.1 Tratamento estatístico

Realizou-se o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson entre o número de ovos nas folhas vs. número de ovos no caule no conjunto dos materiais genéticos e em cada um individualmente, no sentido de apurar a existência de tendência preferencial para oviposição por *T. peregrinus*. O mesmo coeficiente foi calculado entre o número total de ovos (folhas + caule) e a percentagem de área foliar picada para averiguar a

existência de uma relação entre a qualidade do alimento e a oviposição das fêmeas, no conjunto dos materiais genéticos e para cada material individualmente.

Verificou-se ausência de normalidade e homogeneidade dos dados, pelo que foram realizadas análises através de testes não paramétricos. A existência de diferenças entre os três materiais genéticos quanto ao número total de ovos, percentagem de posturas realizadas nas folhas e percentagem de área foliar picada foi analisada através de teste Kruskal-Wallis seguido de teste de comparações múltiplas de médias.

Todos os testes estatísticos foram executados no programa STATISTICA v.13. Os resultados são apresentados como média \pm erro-padrão da média.

3.2 Resultados

Há diferenças na percentagem de área foliar picada entre materiais?

Relativamente à percentagem de área foliar picada, não foram verificadas diferenças significativas entre os materiais genéticos testados: Kruskal-Wallis ($H(2) = 0,65$; $p = 0,72$). Ainda assim, no híbrido *E. grandis* x *E. viminalis* a área foliar afetada foi de 16,2%, ligeiramente superior à de *E. camaldulensis* e *E. globulus* (13,3% e 13,0%, respetivamente) (Figura 19).

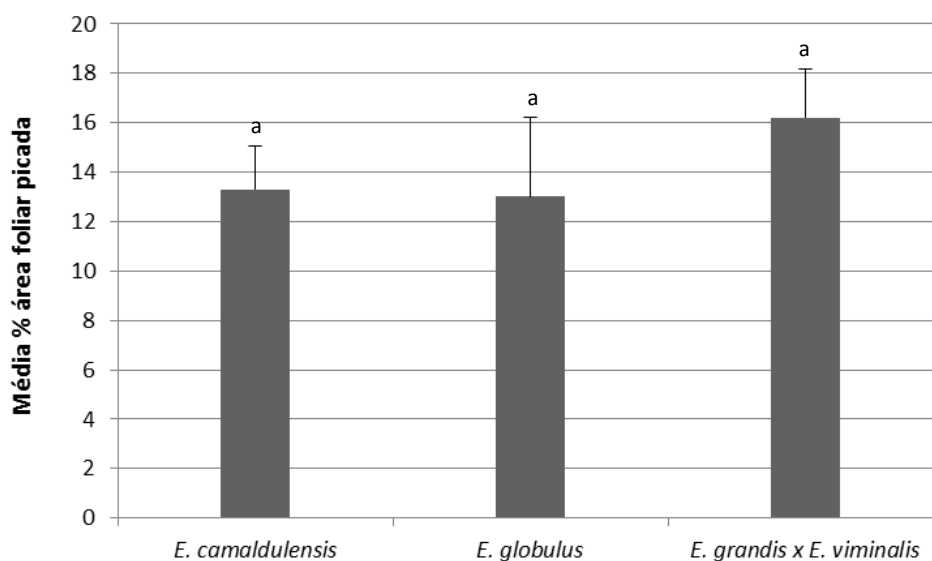


Figura 19. Área foliar picada (média \pm erro padrão) por *T. peregrinus* (10 fêmeas e 10 machos por bouquet) nos três materiais genéticos de eucalipto testados.

Há diferença no número de ovos postos entre materiais?

Quanto ao número total de ovos, foram verificadas diferenças entre os materiais genéticos testados: ($H(2) = 11,6$; $p < 0,05$) com um menor número de ovos em de *E. globulus* comparativamente aos restantes materiais genéticos analisados.

T. peregrinus realizou significativamente menos posturas em *E. globulus* do que em *E. camaldulensis* ($Z = 3,4$; $p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quanto ao número total de posturas entre *E. globulus* e *E. grandis x E. viminalis* ($Z = 1,6$; $p = 0,35$) nem entre *E. camaldulensis* e *E. grandis x E. viminalis* ($Z = 1,8$; $p = 0,20$), apesar das diferenças observáveis no gráfico da Figura 20.

Em média, o número de ovos colocados por fêmea e por dia foi de 3,3 em *E. camaldulensis*, de 2,3 em *E. grandis x E. viminalis* e de 1,2 em *E. globulus*.

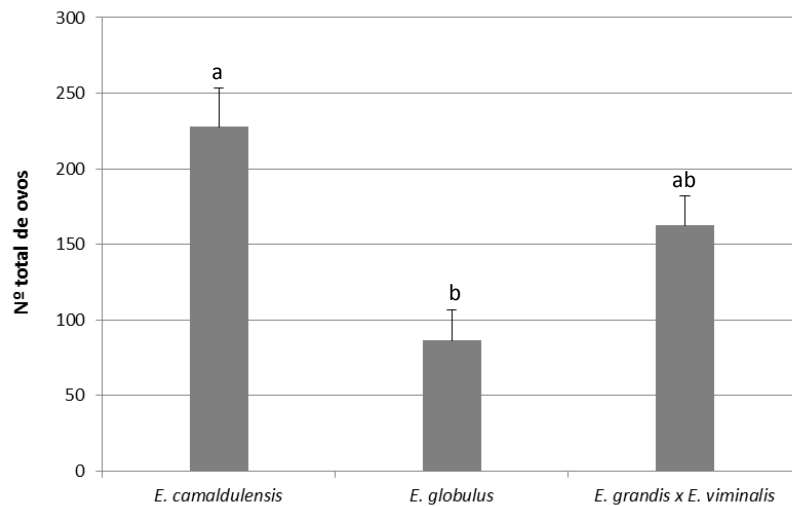


Figura 20. Número total de ovos (média \pm erro padrão) colocados por 10 fêmeas de *T. peregrinus* nos três materiais genéticos de eucalipto testados.

Há preferência do local de postura dos ovos no bouquet?

Considerando o conjunto dos três materiais genéticos (Figura 21) verificou-se uma correlação negativa entre o número de ovos colocados no caule e o número de ovos na folha, ($r^2=0,33$; $p<0,05$). No entanto, para cada material genético analisado individualmente, a correlação encontrada não é estatisticamente significativa (*E. grandis x E. viminalis*: $r^2=0,06$, $p=0,59$; *E. camaldulensis*: $r^2=0,07$; $p=0,56$; *E. globulus*: $r^2=0,02$; $p=0,76$).

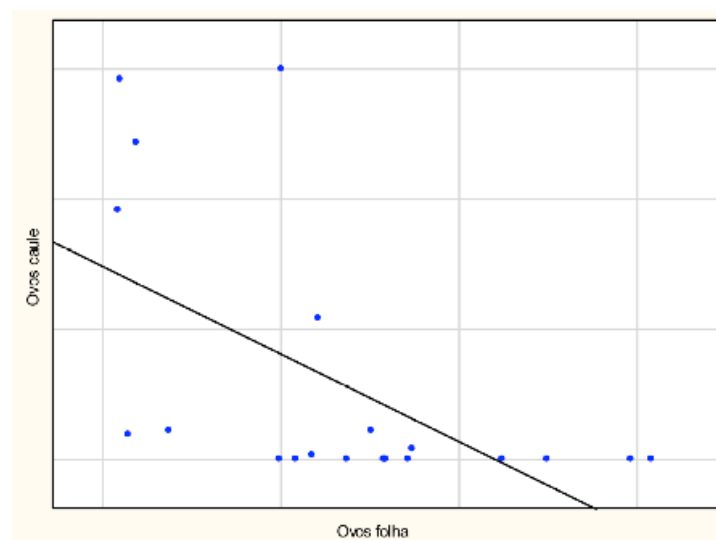


Figura 21. Correlação entre número de ovos na folha e número de ovos no caule no conjunto dos três materiais genéticos (coeficiente de correlação de Pearson, $r^2=0,33$; $p<0,05$; $n=21$).

Verificou-se que houve diferenças entre materiais genéticos quanto à proporção de postura de ovos nas folhas e nos caules ($H(2)=10,5$; $p<0,05$) (Figura 22). *T. peregrinus* colocou uma proporção de ovos nas folhas de *E. globulus* menor do que em *E. camaldulensis* ($Z=2,9$; $p<0,05$). Neste material genético, 99,9% dos ovos foram colocados nas folhas e apenas 0,1% nos caules. A percentagem de ovos postos nas folhas não diferiu estatisticamente entre *E. globulus* vs *E. grandis* x *E. viminalis* ($Z=2,2$; $p=0,09$), apesar de se observarem diferenças no padrão de oviposição; nem entre *E. camaldulensis* e *E. grandis* x *E. viminalis* ($Z=0,7$; $p=1,0$).

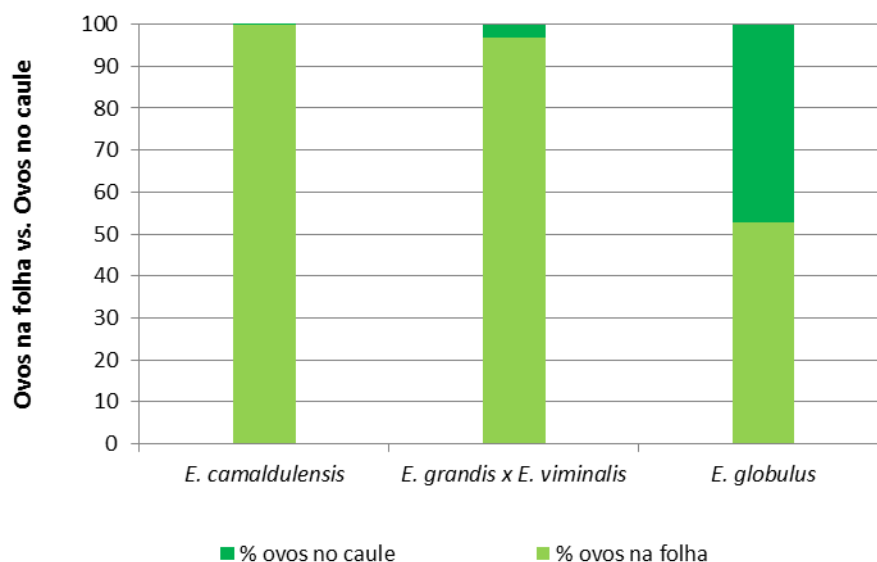


Figura 22. Percentagem de Ovos na folha vs Percentagem de ovos no caule.

Existe uma correlação entre a alimentação dos adultos e a postura de ovos?

Considerando o conjunto dos três materiais genéticos, não se observou correlação significativa entre o número total de ovos e a percentagem de área foliar picada (Figura 23).

Quando analisados os materiais genéticos individualmente também não se verificou correlação (*E. grandis* x *E. viminalis*: $r^2=0,16$; $p=0,38$; *E. camaldulensis*: $r^2=0,14$; $p=0,41$; *E. globulus*: $r^2=0,17$; $p=0,36$).

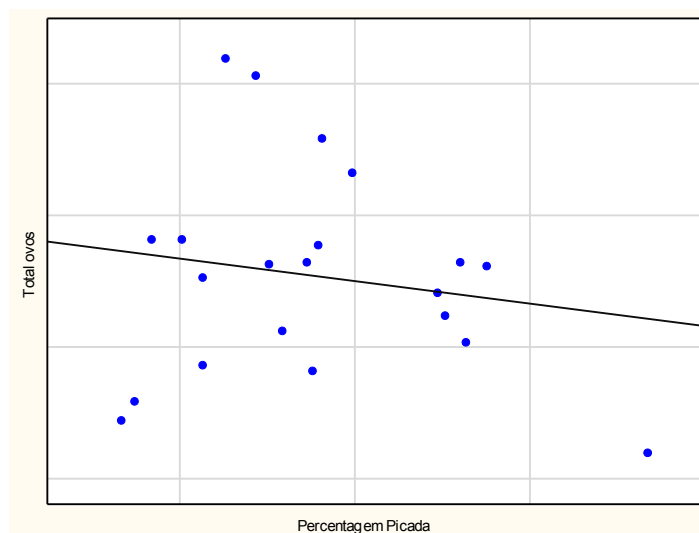


Figura 23. Correlação entre total de ovos (folhas + caule) e percentagem da área foliar picada no conjunto dos três materiais genéticos (coeficiente de correlação de Pearson, $r^2=0,03$; $p=0,47$; $n = 21$)

3.3 Discussão

Segundo vários autores, as espécies *E. camaldulensis* e *E. viminalis* encontram-se entre as mais suscetíveis ao ataque por *T. peregrinus*, enquanto espécies como *E. grandis* e *E. globulus*, embora atacadas pelo percevejo, são menos suscetíveis (Jacobs & Neser, 2005; Garcia et al. 2013; Sopow & Bader 2013). No presente estudo (Parte IV), observou-se que as populações do percevejo foram mais abundantes em parcela do híbrido *E. grandis* x *E. viminalis* do que em dois clones de *E. globulus*, confirmando observações já realizadas em campo (dados não publicados). Num estudo realizado por Santadino et al. (2013) foi realizado um teste de escolha de *T. peregrinus* com seis espécies de *Eucalyptus* para verificar a preferência alimentar e a preferência para oviposição. *E. viminalis* e *E. grandis* foram os preferidos em termos de ataque em detrimento de *E. globulus* que foi a segunda espécie menos preferida. No entanto, nos ensaios laboratoriais realizados, não foram encontradas diferenças entre os três materiais genéticos testados no respeito à alimentação pelos adultos de *T. peregrinus*. É de referir que os testes realizados correspondem a ensaios de não-escolha com a duração de uma semana, o que poderá ter levado a que os adultos de *T. peregrinus* se

tenham alimentado de forma semelhante dos três hospedeiros por uma questão de sobrevivência, mesmo não sendo os seus hospedeiros preferidos. É também possível que a alimentação resulte de habituação a um hospedeiro não preferencial (Heard 2000). Por outro lado, a área picada poderá não refletir a qualidade do alimento para o percevejo. Num estudo onde se compara o efeito da espécie de eucalipto sobre a excreção de melada e a sobrevivência de adultos, Barbosa et al. (2012a) encontraram uma correlação entre as taxas de alimentação (medidas como produção de melada) e a sobrevivência.

Pelo contrário, foram identificadas diferenças no número de ovos depositados nos três materiais genéticos, sendo que as fêmeas colocaram significativamente mais ovos em *E. camaldulensis* do que em *E. globulus* e um número intermédio no híbrido. Nos ensaios realizados, as fêmeas apresentaram uma fecundidade diária entre 3,3 e 1,2 (em *E. camaldulensis* e *E. globulus*, respetivamente). Estes valores são semelhantes aos referidos por outros autores, que determinaram a fecundidade média por fêmea de *T. peregrinus* entre 2 e 2,5 ovos por dia (Soliman 2010; Santos et al. 2012; Martínez et al. 2014).

Os resultados obtidos são semelhantes aos observados por outros autores. Clark et al. (2011), num estudo sobre comportamento de alimentação e oviposição de *Otiorhynchus sulcatus* Fabricius (Coleoptera: Curculionidae), observaram, em testes de não-escolha, que os insetos se alimentavam de todas as plantas hospedeiras oferecidas mas que colocavam os seus ovos sobretudo nos hospedeiros preferidos. Oliveira et al. (2007) obtêm resultados semelhantes com *Phyllophaga cuyabana* (Moser) (Coleoptera: Curculionidae). Segundo Juma et al. (2016), como os estádios imaturos têm uma capacidade limitada de dispersão por comparação com os adultos, as fêmeas normalmente selecionam hospedeiros ótimos para o desenvolvimento dos seus descendentes. Parece provável que os adultos de *T. peregrinus* sejam menos exigentes quanto aos hospedeiros que aceitam para alimentação e mais exigentes relativamente às plantas escolhidas para depositarem os seus ovos, explicando-se assim a ausência de correlação clara entre a atividade alimentar (picadas) e a oviposição. No entanto, seria necessário realizar novos estudos para avaliar o efeito da qualidade dos três

hospedeiros sobre a viabilidade dos ovos, o desenvolvimento e sobrevivência das ninfas, e a sobrevivência e fertilidade dos adultos a longo prazo.

Foram ainda encontradas diferenças no padrão de oviposição, sendo que nos bouquets de *E. globulus* quase metade dos ovos foram colocados nos caules, enquanto em *E. camaldulensis* e no híbrido *E. grandis* x *E. viminalis* a oviposição ocorreu quase exclusivamente nas folhas. Sabe-se que a composição química das superfícies das plantas influencia a seleção das plantas hospedeiras pelos insetos fitófagos (Juma et al. 2016). Sabe-se ainda que dentro de uma mesma planta, as preferências de oviposição das fêmeas pode depender das variações ao nível da qualidade do alimento, dos metabolitos secundários, dos regimes térmicos ou do risco de predação (Kessler & Baldwin 2002). Embora não tenha sido encontrada informação relativa a eventuais diferenças na composição das folhas e caules nos três materiais genéticos testados, é possível que existam e que expliquem as diferenças observadas nos padrões de oviposição das fêmeas de *T. peregrinus*. Seriam assim, necessários mais estudos para esclarecer esta questão.

PARTE IV

4. DINÂMICA POPULACIONAL DE *T. peregrinus* EM CAMPO

Com este ensaio pretendeu-se avaliar a dinâmica populacional do percevejo em parcelas de campo com três materiais genéticos diferentes, durante uma época de ataque. Os dados foram interpretados tendo em conta as variáveis climáticas: temperatura, humidade relativa e precipitação.

4.1 Material e Métodos

Para avaliar a dinâmica populacional de *T. peregrinus* em campo foram utilizadas três parcelas (P1, P2 e P3) com uma área total de 6,9ha, duas das quais com plantação de dois clones distintos *E. globulus* (P1 e P2) e uma com híbrido de *E. grandis* x *E. viminalis* (P3), todas em primeira rotação, com quatro anos de idade e altura média de 6m (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização das parcelas onde foi avaliada a dinâmica populacional de *T. peregrinus*.

Parcela de amostragem	Clone	Área (ha)	Material genético	Instalação	Data de plantação
P1	Clone 1	2,50	<i>E. globulus</i>	01-06-2016	15-12-2012
P2	Clone 2	3,70	<i>E. globulus</i>	01-06-2016	15-12-2012
P3	Clone 3	0,70	<i>E. grandis</i> x <i>E. viminalis</i>	01-06-2016	15-12-2012

As parcelas localizavam-se num povoamento comercial na localidade de Paires, Concelho da Chamusca, Distrito de Santarém (ver Figura 14).

No dia 01-06-2016 foram instaladas 3 armadilhas cromotrópicas amarelas autocolantes, uma em cada parcela, com uma área de 450cm^2 ($22,5\text{cm} \times 20\text{cm}$), a uma altura de aproximadamente 4,0m acima do nível do solo, à altura do terço médio da copa das árvores, presa com um arame a uma vara telescópica (Figura 24).



Figura 24. Armadilha cromotrópica colocada na parcela P3.

Na determinação da flutuação populacional de *T. peregrinus* foi considerado o total de percevejos capturados nas armadilhas amarelas por material genético. O período de avaliação da presença de *T. peregrinus* decorreu de 15/06/2016 a 14/11/2016, com recolha e observação das armadilhas a cada 15 dias, num total de 10 observações por parcela no decurso dos cinco meses de avaliação. As armadilhas foram devidamente identificadas e embaladas para posterior contagem no laboratório de Proteção no RAIZ.

Em ambas as faces de cada armadilha foi efetuada a contagem do número de *T. peregrinus* com o auxílio de uma lupa estereoscópica binocular.

No sentido de tentar compreender os resultados das capturas nas armadilhas cromotrópicas, foram utilizados os seguintes elementos meteorológicos: temperaturas médias, máximas e mínimas, precipitação e humidade relativa. As leituras foram diárias, no entanto, na apresentação dos resultados, foram considerados os valores médios dos intervalos entre cada recolha das armadilhas. Os dados foram obtidos na estação meteorológica do RAIZ na Herdade da Caniceira, a 15Km das parcelas.

As armadilhas foram colocadas apenas quando se observou o primeiro percevejo-do-bronzeamento. Até então não tinha sido registada presença do inseto na propriedade, em monitorizações periódicas realizadas por técnicos do RAIZ.

4.1.1 Tratamento estatístico

Verificou-se ausência de normalidade e homogeneidade dos dados, pelo que foram realizadas análises através de testes não paramétricos. Foram realizados testes de Wilcoxon para amostras emparelhadas para verificar diferenças quanto ao número total de indivíduos de *T. peregrinus* capturados nos diferentes clones de eucalipto estudados em campo. Os testes estatísticos foram executados com o programa STATISTICA v.13. Os resultados são apresentados como média \pm erro-padrão da média.

4.2 Resultados

O número total de *T. peregrinus* contados nas 30 armadilhas cromotrópicas foi de 3197 indivíduos, variando de 1 a 1413 insetos por recolha (Tabela 3).

A média das contagens foi de 88,8 com uma variação entre 0 e 1021 no número de *T. peregrinus* por armadilha durante o período avaliado.

Tabela 3. Contagem do número de *T. peregrinus* capturados em armadilhas cromotrópicas, na monitorização em campo, nas parcelas P1, P2 e P3, entre 15-06-2016 e 14-11-2016.

Data	P1	P2	P3	Total	Média
15-06-2016	5	1	4	10	3,3
27-06-2016	7	2	27	36	12,0
11-07-2016	39	10	250	299	99,7
21-07-2016	161	26	729	916	305,3
08-08-2016	335	57	1021	1413	471,0
22-08-2016	98	10	217	325	108,3
01-09-2016	10	8	50	68	22,7
20-09-2016	5	0	73	78	26,0
06-10-2016	5	0	40	45	15,0
17-10-2016	0	0	1	1	0,3
31-10-2016	0	1	3	4	1,3
14-11-2016	1	0	1	2	0,7

A primeira captura foi observada nas armadilhas cromotrópicas a 15/06/2016, com um total de 10 insetos. Nas avaliações posteriores a densidade populacional do inseto mostrou tendência crescente, com um pico populacional de 1413 *T. peregrinus* em P3 a 08/08/2016. Após o pico, a densidade populacional de *T. peregrinus* teve uma redução acentuada nas observações posteriores. Na data seguinte, 22/08/2016, verificou-se uma contagem de 325 insetos, 217 dos quais em P3.

A flutuação populacional de *T. peregrinus* em campo pode observar-se na Figura 25, sendo considerando os resultados por armadilha cromotrópica amarela e por material genético, num período de observações de cinco meses.

Verificou-se que houve diferenças significativas entre os três materiais genéticos quanto ao número total de percevejos capturados nas armadilhas cromotrópicas (Tabela 4).

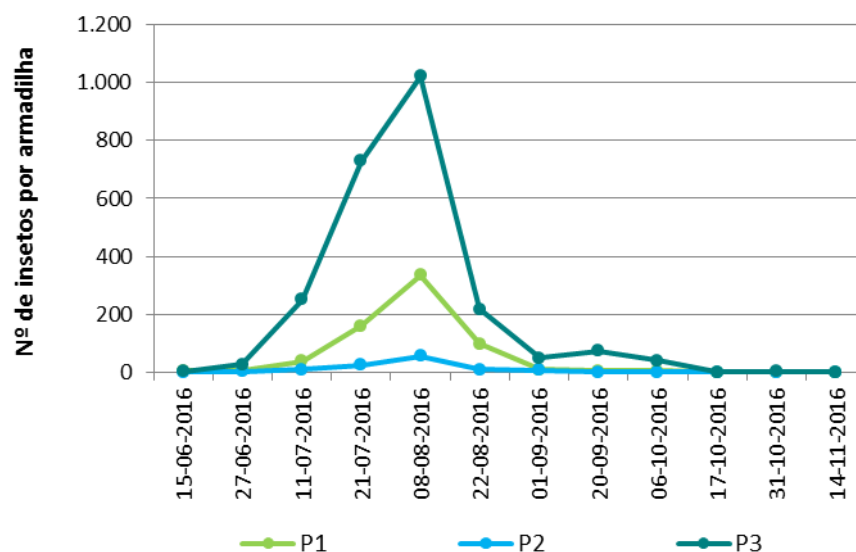


Figura 25. Flutuação populacional de *T. peregrinus* capturados nas armadilhas cromotrópicas nas três parcelas e avaliadas.

Tabela 4. Resultados do teste Wilcoxon para comparação do número de percevejos capturados nas armadilhas cromotrópicas nos três materiais genéticos

Teste Wilcoxon		
Material genético	teste Z	p
<i>E. globulus</i> (P1) vs <i>E. globulus</i> (P2)	2,8	0,005
<i>E. globulus</i> (P1) vs <i>E. grandis</i> x <i>E. viminalis</i> (P3)	2,8	0,005
<i>E. globulus</i> (P2) vs <i>E. grandis</i> x <i>E. viminalis</i> (P3)	3,1	0,002

Na Figura 26 pode observar-se a flutuação populacional de *T. peregrinus* em paralelo com as variáveis meteorológicas, desde janeiro de 2016. Antes de 15-06-2016, pressupõe-se que as capturas nas armadilhas cromotrópicas eram nulas ou vestigiais.

Analisando os valores das temperaturas mínimas e máximas e a flutuação populacional de *T. peregrinus*, verifica-se que a densidade populacional do inseto foi baixa quando as temperaturas mínimas e máximas se encontraram entre os 3 e os 32°C, respetivamente. No entanto, a densidade populacional do inseto aumentou a partir de

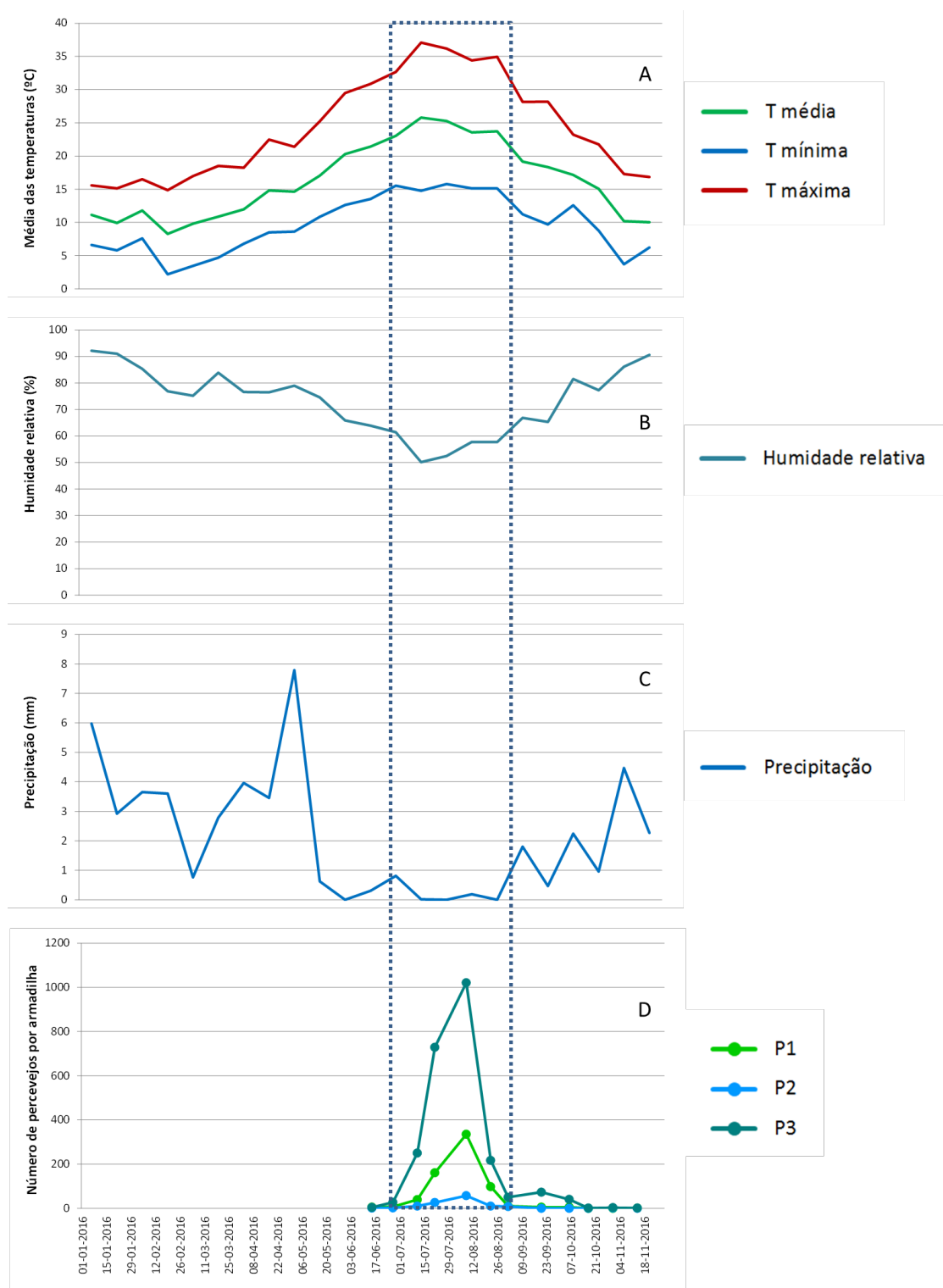


Figura 26. Flutuação populacional de *T. peregrinus* e das variáveis meteorológicas desde janeiro até à data da última recolha de armadilhas.

11/07/2016, atingindo o pico populacional a 08/08/2016, quando as temperaturas mínimas e máximas atingiram os 15 e os 35°C, respetivamente. O pico de voo de

T. peregrinus verificou-se quando as temperaturas mínimas rondaram os 15°C e as máximas se encontravam entre 32°C e 38°C. A média das temperaturas foi mais elevada nos meses mais quentes (junho a setembro), atingindo os 25,8°C e mais baixa no trimestre mais frio (janeiro a março) atingindo os 8,3°C.

A humidade relativa (HR) foi elevada, com variação entre os 75 e os 92%, de janeiro a maio, o que coincidiu com o período em que não se observou o inseto em campo. A partir de junho a humidade relativa foi tendencialmente mais baixa e começaram a ser capturados insetos nas armadilhas. Nas avaliações seguintes, de 11/07/2016 a 22/08/2016, houve uma tendência para a redução dos valores da HR e verificou-se uma subida da densidade populacional de *T. peregrinus*, com pico populacional em agosto de 2016, quando a HR teve os menores valores registados. O pico da curva de voo de *T. peregrinus* coincidiu com os valores de HR abaixo dos 60%. Assim que estes valores voltam a estar acima dos 60% a densidade populacional do inseto baixou abruptamente.

Em relação à precipitação, o padrão foi semelhante ao observado com a humidade relativa, ou seja, o pico populacional coincidiu com os meses onde foram registados os menores valores de precipitação.

4.3 Discussão

A monitorização através de armadilhas cromotrópicas demonstrou ser um método adequado, pois permitiu acompanhar a dinâmica populacional do percevejo entre materiais genéticos. A monitorização do percevejo através de armadilhas cromotrópicas amarelas colocadas a meio da copa é um método habitualmente referido na bibliografia (Lima 2011; Nadel & Noack 2012; Mayorga et al. 2014; Nadel et al. 2015).

Relativamente aos diferentes materiais genéticos, tendo em conta o número de insetos capturados, verificou-se uma preferência em campo de *T. peregrinus* pelo híbrido *E. grandis* x *E. viminalis* em detrimento dos dois clones *E. globulus*. Estes

resultados são consistentes com os observados na Parte III, sugerindo que os resultados de oviposição obtidos em laboratório poderão ser usados para estimar o comportamento dos insetos em campo.

Avaliando a relação dos insetos recolhidos com as variáveis meteorológicas, percebe-se que os meses de maior incidência do inseto foram os que apresentaram as temperaturas médias mais elevadas. Silveira-Neto et al. (1976) identificam a temperatura ótima para os insetos próxima dos 25 °C, ou seja, quando se verifica um desenvolvimento mais rápido e um maior número de descendência. Nos meses do pico populacional verificou-se, neste estudo, uma temperatura média a rondar os 25 °C.

A curva de voo de *T. peregrinus* revelou uma tendência inversa à dos valores de HR e de precipitação, pois à medida que estes baixaram, verificou-se um aumento da densidade populacional do inseto. É de referir que a humidade se manifesta- por ação da chuva (ação direta), humidade do solo e humidade do ar, representando a proporção de vapor de água existente na atmosfera (Gallo, 2002), pelo que estas duas variáveis climáticas estão correlacionadas.

Pelo contrário, as temperaturas mais elevadas coincidiram com o pico populacional do percevejo. Assim, o pico populacional aconteceu durante os meses mais quentes e secos, julho e agosto, sugerindo que quer a humidade quer a temperatura podem influenciar o ciclo de vida da praga, parecendo constituir condições ideais para o desenvolvimento e reprodução de *T. peregrinus* na região avaliada.

Segundo Martinez et al. (2014), num estudo que avaliou a dinâmica populacional do inseto entre 2008 e 2012 no Uruguai, também se verificou uma sazonalidade consistente com a flutuação da temperatura. Os picos de voo verificaram-se quando a temperatura máxima se encontrava entre os 25 e os 30°C. Nos períodos de precipitação verificou-se ausência de picos do inseto. Os autores justificam os resultados com a hipótese da precipitação poder afetar diretamente o crescimento populacional com lavagem das folhas ou, de forma indireta, reduzindo o teor de azoto das folhas promovendo assim o crescimento de fungos patogénicos.

Resultados semelhantes foram obtidos por Sasso et al. (2014) num artigo acerca da fenologia e distribuição de *T. peregrinus* em Itália, onde se observou um pico de captura de insetos nas armadilhas cromotrópicas nos meses de setembro e outubro, com uma forte queda em novembro e zero capturas até junho do ano seguinte. Na avaliação visual os adultos surgiram no final de maio e mantiveram-se até março do ano seguinte mas com picos apenas entre agosto e outubro. Já os ovos foram observados em quantidade considerável a partir de julho até ao final de outubro com forte queda em novembro.

Nadel et al. (2015) observaram um padrão de aumento e declínio populacional de *T. peregrinus* relativamente regular em várias localidades na África do Sul. Não encontraram correlações consistentes entre a presença de *T. peregrinus* e a temperatura, a humidade relativa ou a precipitação. No entanto, o clima parece explicar as flutuações populacionais. Segundo estes autores a sazonalidade das populações de *T. peregrinus* pode ser explicada pela interação entre o clima e os seus efeitos sobre a fenologia das árvores, mais do que um efeito direto da temperatura. O percevejo alimenta-se preferencialmente de folhas maduras de eucalipto. Após as chuvas da primavera, as folhas muito jovens não são adequadas para o percevejo. É possível que, no verão, a coincidência de folhas adequadas e o clima explique os picos populacionais da praga.

Num estudo realizado no Brasil, Lima (2011) conclui que a temperatura não afeta os picos populacionais do percevejo. Encontra sim uma relação inversa com a humidade relativa e com a precipitação.

De um ponto de vista da fisiologia das plantas e seu efeito sobre o percevejo, Jacobs & Nesser (2005) sugerem que *T. peregrinus* preferirá plantas em *stress*. Segundo White (1984), em plantas em *stress*, alterações na distribuição dos nutrientes resultarão em maior disponibilidade de fontes de azoto (maior qualidade do alimento) para os fitófagos. Daqui poderão resultar elevados níveis de infestação em plantas debilitadas. É possível que períodos prolongados de seca e temperaturas elevadas, como ocorre durante o verão em Portugal, induzam *stress* nas plantas de eucalipto e assim favoreçam o ataque pelo percevejo.

PARTE V

CONCLUSÕES

O percevejo do bronzamento é uma praga recente em Portugal pelo que é fundamental conhecer a sua biologia e ecologia e desenvolver métodos de controlo.

Tendo em vista a obtenção de insetos para a realização de estudos em laboratório e para a criação do parasitóide *C. noackae*, foi otimizado um método de criação adaptado à realidade do país, utilizando como planta hospedeira um híbrido disponível em povoamentos comerciais. Foi possível manter populações laboratoriais estáveis de *T. peregrinus* que permitiram a realização de ensaios.

Foram testados três materiais genéticos de eucalipto (*E. camaldulensis*, *E. globulus* e *E. grandis* x *E. viminalis*) quanto à sua aceitação por *T. peregrinus* para alimentação e oviposição. Observou-se que todos foram aceites para alimentação pelos adultos, no entanto a espécie *E. camaldulensis* foi preferida pelas fêmeas do percevejo para deposição dos seus ovos, seguida do híbrido *E. grandis* x *E. viminalis*. *Eucalyptus globulus*, a espécie comercialmente mais importante em Portugal, foi preterida relativamente às outras.

Em campo confirmou-se a preferência de *T. peregrinus* pelo híbrido *E. grandis* x *E. viminalis* em detrimento de dois clones *E. globulus*. A monitorização da curva de voo do percevejo permitiu ainda identificar um pico populacional que coincidiu com o período mais quente e seco do ano, durante os meses de julho e agosto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A. M., Pereira, J. S., Silva, J. M. N. A introdução e a expansão do eucalipto em Portugal. In: Alves, A. M., Pereira, J. S., Silva, J. M. N. (Eds.) O eucaliptal em Portugal: impactes ambientais e investigação científica. ISAPress, Lisboa, 2007. pp. 13-24.
- Backus E. A. Sensory Systems And Behaviours Which Mediate Hemipteran Plant-Feeding: A Taxonomic Overview. *Journal of Insect Physiology*, 1988. 34(3): 151-165.
- Barbosa, L. R.; Belinovsky, C.; Machado, B. O.; Franciscon, L.; Soliman, E. P.; Wilcken, C. F. Efeito de *Eucalyptus* spp. e da superfície foliar na excreção de *honeydew* e sobrevivência de adultos do Percevejo bronzeado. Embrapa Florestas, Colombo, Brasil, 2012a. Comunicado Técnico 307. 3 pp.
- Barbosa, L.; Santos, F.; Machado, B.; Wilcken, C.; Soliman, E.; Zaché, B. Percevejo bronzeado do eucalipto: reconhecimento, danos e direcionamentos para o controle. Embrapa Florestas, Colombo, Brasil, 2012b. Documentos 239. 27 pp.
- Barrera, J. F. Introducción, filosofía y alcance del control biológico. In: Rodríguez-Del-Bosque, L. A.; Arredondo-Bernal, H. C. (Eds.) Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México, 2007. pp. 1-18.
- Branco, M.; Bragança, H.; Sousa, E.; Philips, A. Pests and Diseases in Portuguese Forestry: Current and New Threats. In: Reboredo, F. (Ed.) Forest Context and Policies in Portugal. Present and Future Challenges. World Forests, Volume 19. Springer International Publishing, 2014. pp. 143-146
- Brooker M. I. H. A new classification of the genus *Eucalyptus* L'Hér. (Myrtaceae). *Australian Systematic Botany*, 2000. 13: 79-148.
- Carpintero, D. L. & Dellapé, P. M. A new species of *Thaumastocoris* Kirkaldy from Argentina (Heteroptera: Thaumastocoridae: Thaumastocorinae), *Zootaxa*, 2006. 1228: 61-68.
- CELPA. Boletim estatístico da CELPA. Associação da Indústria Papeleira, Lisboa, Portugal, 2015. 96 pp.
- Clark, K. E.; Hartley, S. E.; Brennan, R. M.; MacKensie, K; Johnson, S. N. Oviposition and feeding behavior by the vine weevil *Otiorhynchus sulcatus* on red raspberry: effects of cultivars and plant nutritional status. *Agricultural and Forest Entomology*, 2011. doi: 10.1111/j.1461-9563.2011.00554.x
- Coppen, J. J. W. *Eucalyptus: The Genus Eucalyptus*. Taylor and Francis, Londres, Reino Unido, 2002. 450 pp.

- Doughty R. W. The Eucalyptus: A natural and commercial history of the gum tree. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Estados Unidos da América, 2000. 237 pp.
- Drake C. J., Slater J. A. The phylogeny and systematics of the family Thaumastocoridae (Hemiptera: Heteroptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 1957. 50: 353-370.
- Evtuguin, D.V., Pascoal Neto, C., Silva, A.M.S., Domingues, P.M., Amado, F.M.L, Robert, D, Faix, O. (2001) Comprehensive study on the chemical structure of dioxane lignin from plantation *Eucalyptus globulus* wood. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 4252-4261.
- FAO. Forest Pest Species Profiles. *Thaumastocoris peregrinus*. Bronze bug. Hemiptera: Thaumastocoris. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Itália, 2012. <http://www.fao.org/forestry/37416-068554951d2006931794ba801340d0ea2.pdf>. Acedido em 20 de outubro de 2016.
- Iglesias-Trabado, G.; Wilstermann, D. Eucalyptus universalis, cultivated eucalypt forests global map 2008. GIT Forestry Consulting – Eucalyptologies, 2008. <http://www.git-forestry.com>. Acedido em 21 de novembro de 2016.
- Gallo, D. Manual de entomologia agrícola. FEALQ. Piracicaba, Brasil , 2002. 920 p.
- Garcia, A.; Figueiredo, E.; Valente, C.; Monserrat, V.; Branco, M. First record of *Thaumastocoris peregrinus* in Portugal and of the neotropical predator Hemerobius bolivari in Europe. *Bulletin of Insectology*, 2013. 66(2): 251-256.
- González A., Calvo M. V., Cal V., Hernández V., Doño F., Alves L., Gamenara D., Rossini C., Martínez G. A Male Aggregation Pheromone in the Bronze Bug, *Thaumastocoris peregrinus* (Thaumastocoridae). *Psyche*, 2012 7pp. doi:10.1155/2012/868474.
- Gutiérrez-Poch, M. Is there a Southern European Model? Development of the pulp and paper industry in Italy, Spain and Portugal (1800–2010). In: Lamberg, J.-A., Ojala, J., Peltoniemi, M., Särkkä, T. (Eds.). The evolution of global paper industry 1800-2050: A comparative analysis. Springer, Dordrecht, Holanda, 2012. pp. 211-242.
- Harwood, C. Classical Genetics and Traditional Breeding. In: Henry, R., Kole, C. (Eds.) Genetics, Genomics and Breeding of Eucalypts. CRC Press, Boca Raton, Estados Unidos da América, 2015. pp. 12-33.
- Heard, T. A. Concepts in insect host-plant selection behavior and their application to host specificity testing In: Van Driesche, R. G., Heard, T. A., McClay, A. (Eds.) Host-specificity testing of exotic arthropod biological control agents: the biological basis for

improvement in safety. Forest Health Technology Enterprise Team, USDA Forest Service, Morgantown, Estados Unidos da América, 2000 pp. 1-10.

- Henry, R. J. Eucalypts. In: Henry, R., Kole, C. (Eds.) Genetics, Genomics and Breeding of Eucalypts. CRC Press, Boca Raton, Estados Unidos da América, 2015. pp. 1-11.
- Hurley, B. P., Garnas, J., Wingfield, M. J., Branco, M., Richardson, D. M., Slippers, B. Increasing numbers and intercontinental spread of invasive insects on eucalypts, 2016. *Biological Invasions* doi:10.1007/s10530-016-1081-x
- ICNF. Plano de controlo para o inseto *Thaumastocoris peregrinus*, percevejo-do-bronzeamento 2015/2020, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa, 2015. 16 pp.
- ICNF. IFN6 – Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa, 2013. 34 pp.
- Jacobs, D. H.; Neser, S. *Thaumastocoris australicus* Kirkaldy (Heteroptera : Thaumastocoridae) : a new insect arrival in South Africa, damaging to Eucalyptus trees: research in action. *South African Journal of Science*, 2005. 101(5): 233-236.
- Juma, G.; Clément, G; Ahuya, P.; Hassanali, A.; Derridj, S.; Gaertner, C.; Linard, R.; Le Ru, B; Frérot, B.; Calatayud, P.-A. Influence of Host-Plant Surface Chemicals on the Oviposition of the Cereal Stem-borer *Busseola fusca*. *Journal of Chemical Ecology*, 2016. doi 10.1007/s10886-016-0704-0
- Kessler, A.; Baldwin, I. *Manduca quinquemaculata's* optimization of intra-plant oviposition to predation, food quality, and thermal constraint, 2002. *Ecology* 83(8): 2346-2354.
- Kirkaldy, G.W. Memoir on a few heteropterous Hemiptera from eastern Australia. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*, 1908. 32: 768-788.
- Laudonia, S.; Sasso, R. The bronze bug *Thaumastocoris peregrinus*: a new insect recorded in Italy, damaging to *Eucalyptus* trees. *Bulletin of Insectology*, 2012. 65(1): 89-93.
- Lazo, M. L. S. R. Caracterização e patogenicidade de fungos entomopatogénicos isolados do percevejo-bronzeado do eucalipto, *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). Mestrado em Agronomia. Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil, 2012. 78 pp.
- Lima, A. C. V. Amostragem e dinâmica populacional do percevejo bronzeado *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) em floresta clonal de

eucalipto. Mestrado em Agronomia. Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil, 2011. 73 pp.

- Lin, N. Q.; Huber, J. T.; La Salle, J. L. The Australian genera of Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Zootaxa*, 2007 1596: 1-111.
- Lorencetti, G. A. T. Efeito de fungos entomopatogênicos e produtos naturais sobre *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) e indução de resistência em plantas. Pós Graduação em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, Brasil, 2013. 53 pp.
- Machado, D. N.; Costa, E. C.; Garlet, J.; Boscardin, J.; Pedron, L.; Perini, C. R.; Bolzan, L. Avaliação de inseticidas no controle de *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) percevejo-bronzeado em condições de laboratório. *Floresta e Ambiente*, 2016. 23 <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.144415>.
- Martínez G, López L, Cantero G, González A, Dicke M. Life-history analysis of *Thaumastocoris peregrinus* in a newly designed mass rearing strategy. *Bulletin of Insectology*, 2014. 67(2)199-205.
- Martínez G.; Centirion C.; Reyna R.; González A.; Amaral L. Seasonal dynamics of the bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* on *Eucalyptus* spp. plantations after four years of monitoring. XXIV IUFRO World Congress, Salt Lake City, Estados Unidos da América, 2014. doi: 10.13140/2.1.3115.0881.
- Martínez, G.; Bianchi, M. Primer registro para Uruguay de la chinche del eucalipto, *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero y Dellappé, 2006. (Heteroptera: Thaumastocoridae). *Agrociencia*, 2010. 14(1): 15-18.
- Martins, C. B. C.; Zarbin, P. H. G. Volatile organic compounds of conspecific-damaged *Eucalyptus benthamii* influence responses of mated females of *Thaumastocoris peregrinus*. *Journal of Chemical Ecology*, 2013. 39: 602-611.
- Mascarín, G. M.; Duarte, V. S. Delalibera Jr., I. Redução populacional do percevejo-bronzeado do eucalipto, *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae), durante uma epizootia natural de um fungo Entomophthorales. Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Entomologia. Natal, Brasil, 2010.
- Mascarín, G. M.; Duarte, V. S.; Brandão, M. M; Delalibera Jr., I. Natural occurrence of *Zoophthora radicans* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) on *Thaumastocoris peregrinus* (Heteroptera: Thaumastocoridae), an invasive pest recently found in Brazil. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2012. 110: 401-404.
- Mayorga, S. I., Cisternas M. B., Clavería A. S., Ramírez L. J., Espinoza L. J., Parra A.O. Detección y control del “chinche de los eucaliptos” *Thaumastocoris peregrinus*

Carpintero y Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) en Chile. Servicio Agrícola y Ganadero, Chile, 2014. 32pp.

- Mutitu, E. K.; Garnas, J. R.; Hurley, B. P.; Wingfield, M. J.; Harney, M.; Bush, S., Slippers, B. Biology and Rearing of *Cleruchoides noackae*, an Egg Parasitoid for the Biological Control of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). *Journal of Economic Entomology*, 2013. 106(5): 1979-1985.
- Nadel, R. L.; Slippers, B.; Scholes, M. C.; Lawson, S. A.; Noack, A. E.; Wilcken, C. F.; Bouvet, J. P.; Wingfield, M. J. DNA bar-coding reveals source and patterns of *Thaumastocoris peregrinus* invasions in Sout Africa and South America. *Biological Invasions*, 2010. 12: 1067-1077.
- Nadel, R.; Noack, A. Current understanding of the biology of *Thaumastocoris peregrinus* in the quest for a management strategy. *International Journal of Pest Management*, 2012. 58(3): 257-266.
- Nadel, R.L; Wingfield, M.J.; Scholes, M.C.; Garnas, J.R.; Lawson, S.A.; Slippers, B. Population dynamics of *Thaumastocoris peregrinus* in *Eucalyptus* plantations of South Africa. *Journal of Pest Science*, 2015. 88: 97-106.
- Noack A., Rose H. Life-history of *Thaumastocoris peregrinus* and *Thaumastocoris* sp. In the laboratory with some observations on behavior. *General and Applied Entomology*, 2007. 36: 27-33.
- Noack, A. E.; Kaapro, J.; Bartimote-Aufflick, K.; Mansfield, S.; Rose, H. Efficacy of Imidacloprid in the Control of *Thaumastocoris peregrinus* on *Eucalyptus scoparia* in Sydney, Australia. *Arboriculture & Urban Forestry*, 2009. 35(4): 192–196.
- Noack, A.; Cassis, G.; Rose, H. Systematic revision of *Thaumastocoris* Kirkaldy (Hemiptera: Heteroptera: Thaumastocoridae). *Zootaxa*, 2011. 3121: 1-60.
- Noack, A. E.; Coviella, C. E. *Thaumastocoris australicus* Kirkaldy (Hemiptera: Thaumastocoridae): first record of this invasive pest of *Eucalyptus* in the Americas. *General and Applied Entomology*, 2006. 35: 13-14.
- Oliveira, L. J.; Garcia, M. A.; Hoffmann-Campo, C. B.; Amaral, M. L. B. Feeding and oviposition preference of *Phyllophaga cuyabana* (Moser) (Coleoptera: Melolonthidae) on several crops. *Neotropical Entomology*, 2007. 36(5): 759-764.
- Paine, T.; Steinbauer, M.; Lawson, S. Native and Exotic Pests of *Eucalyptus*: A Worldwide Perspective. *Annual Review of Entomology*, 2011. 56: 181-201.
- Parra-O., C.; Bayly, M.; Udovicic, F.; Ladiges P. ETS sequences support the monophyly of the eucalypt genus *Corymbia* (Myrtaceae). *Taxon*, 2006. 55(3): 653-663.

- Pirralho, M., Flores, D., Sousa, V. B., Quilhó, T., Knapic, S., Pereira, H. Evaluation on paper making potential of nine *Eucalyptus* species based on wood anatomical features. *Industrial Crops and Products*, 2014. 54: 327-334.
- Saavedra, M. C., Avila, G. A., Withers, T. M. and Holwell, G. I., The potential global distribution of the Bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae). *Agriculture and Forest Entomology*, 2015. 17: 375–388. doi:10.1111/afe.12117.
- Santadino M.; Gerardo, L.; Coviella, C. Feeding and oviposition preferences of *Thaumastocoris peregrinus* (Heteroptera: Thaumastocoridae). Entomological Society of America Annual Meeting, Austin, Estados Unidos da América. 2013.
- Santos, F; Barbosa, L. R.; Machado, B. O.; Wilcken, C. F.; Soliman, E. P. Aspectos biológicos de *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) em *Eucalyptus benthamii* em diferentes temperaturas. Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia. Curitiba, Brasil, 2012.
- Sasso R, Mughini G, Laudonia S. Primi dati su fenologia e distribuzione in Italia di *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae), la cimicetta della bronzatura dell'eucalipto. *Forest@*, 2014. 11: 105-115.
- Silveira-Neto, S., Nakano, O.; Barbin, D.; Villa Nova, N.A. Manual de ecologia dos insetos. Escola Superior de Agricultura. Piracicaba, Brasil, 1976. 419pp.
- Soliman, E.P. Bioecologia do percevejo bronzeado *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) em eucalipto e prospecção de inimigos naturais. Mestrado em Agronomia. Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil, 2010. 80 pp.
- Sopow, S.; Bader, M. Distribution and host list for *Thaumastocoris peregrinus*. *Forest Health News*, 2013. 233.
- Sopow, S.; George, S.; Ward, N. Bronze bug, *Thaumastocoris peregrinus*: a new Eucalyptus pest in New Zealand. *Surveillance (Wellington)*, 2012. 39: 43-46.
- Suma, P.; Nucifora, S.; Bella, S. New distribution record of the invasive bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Dellapé (Heteroptera, Thaumastocoridae) in Italy. *EPPO Bulletin*, 2014. 44(2): 179-182.
- Turnbull, J. W. (1999) Eucalypt plantations. *New Forests* 17: 37-52.
- Vivas, L.; Crespo, J; Jacinto, V. Primer registro de la especie invasora *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé, 2006 en España y nuevos datos para Portugal (Hemiptera: Thaumastocoridae). *BVNPC*, 2015. 4(48): 30-35.

- White, T.C.R. The abundance of invertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. *Oecologia*, 1984. 63: 90-105.
- Wilcken, C. Percevejo bronzeado do Eucalipto (*Thaumastocoris peregrinus*) (Hemiptera: Thaumastocoridae): Ameaça às Florestas de Eucalipto Brasileiras. Alerta PROTEF. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2008. 11 pp. <http://www.ipef.br/protecao/alerta-percevejo.pdf>. Acedido em 24 de setembro de 2016.
- Wilcken, C. F.; Soliman, E. P.; Nogueira de Sá, L. A.; Barbosa, L. R.; Dias, T. K. R.; Ferreira-Filho, P. J.; Oliveira, R. J. R. Bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) on *Eucalyptus* in Brazil and its distribution. *Journal of Plant Protection Research*, 2010. 50(2): 201-205.
- Wimmer, R.; Downes, G.; Evans, R.; French, J. Effects of site on fibre, kraft pulp and handsheet properties of *Eucalyptus globulus*. *Annals of Forest Science*, 2008. 65(6): 602 doi:10.1051/forest:2008039
- Wingfield, M. J.; Brodkerhoff, E. G.; Wingfield, B. D.; Slippers, B. Planted forest health: The need for a global strategy. *Science*. 2015, 349: 832-836.
- Wingfield, M. J.; Slippers, B.; Hurley, B. P.; Coutinho, T. A.; Wingfield, B.D.; Roux, J. Eucalypt pests and diseases: growing threats to plantation productivity. *Southern Forests*, 2008. 70(2): 139-144.